



ข้อเสนอโครงการ กลุ่ม Glomerata Tofu

โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ

คณะผู้จัดทำ

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| ๑. นางสาววิไลพร มีชัยก่อสกุล | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ |
| ๒. นางสาวรัชณี แซ่ฟ้า | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ |
| ๓. นางสาวแสงส่วย วงศ์วรรณ | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ |

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

นางสาวลลิตา กันทะเนตร
นางสาวนฤมล แก้วคำปา

โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๖๒ จังหวัดเชียงราย

ร่วมส่งข้อเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ด้านนวัตกรรมอาหาร

โครงการบ่มเพาะเยาวชนในชนบทให้เป็นผู้ประกอบการรุ่นใหม่ด้านนวัตกรรมอาหาร

ภายใต้มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ร่วมกับ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ส่วนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ

(ภาษาอังกฤษ) Product development of *Cladophora glomerata* seaweed crispy tofu.

๒. คำสำคัญ (Keywords)

(ภาษาไทย) เต้าหู้, โกลมีราต้า, อบกรอบ

(ภาษาอังกฤษ) Tofu, Glomerata, Crispy

ส่วนที่ ๒ ข้อมูลโครงการ

๑. แผนการดำเนินงาน

๑.๑ หลักการและเหตุผล

จังหวัดเชียงรายตั้งอยู่เหนือสุดของประเทศไทย ซึ่งอบอวลไปด้วยบรรยากาศของเทือกเขาที่สลับซับซ้อนและวัฒนธรรมล้านนาอันทรงคุณค่า มีแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์ที่มีชื่อว่า แม่น้ำโขง รายล้อมด้วยพืชพันธุ์นานา และเหล่าปลาน้ำจืด จึงทำให้ผู้คนเข้ามาตั้งถิ่นฐานในบริเวณนี้ เกิดเป็นชุมชนริมโขงขึ้นมา โดยแม่น้ำโขงเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยพันธุ์ปลากว่า ๑,๒๔๕ ชนิด แถมด้วยกุ้ง หอย กบ และสัตว์ตัวเล็กตัวน้อยอื่น ๆ อีกทั้งแม่น้ำและพื้นดินยังมีแร่ธาตุและสารอาหารมากมาย ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ชาวบ้านริมโขงจึงนิยมประกอบอาชีพทำการประมงและการเกษตรริมโขง ในช่วงพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ของทุกปี ระดับน้ำจะเริ่มลดลงจากช่วงหน้าฝน แต่น้ำยังคงใส ไหลเอื่อย ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเติบโตของสาหร่ายน้ำจืดชนิดหนึ่งที่เรียกว่า ‘โก’

โก เป็นสาหร่ายน้ำจืดชนิดหนึ่งที่พบมากในแม่น้ำโขง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่าคลาโดฟรา โกลมีราต้า (*Cladophora glomerata* Kutz.) เป็นสาหร่ายน้ำจืดที่มีโปรตีนสูงเทียบเท่ากับเนื้อปลาและเนื้อไก่ มีเส้นใยอาหารสูง มีวิตามิน B๑ B๒ และ B๑๒ สามารถนำมาทำเป็นอาหารได้หลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะชาวไทลื้อบ้านหาดไร่ อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ได้นำสาหร่ายโกมาปรุงเป็นอาหารพื้นบ้านหลายอย่าง เช่น การทำห่อหนึ่งโก ข้าวโก ไข่โก และแกงโก อาหารพื้นบ้านนี้ได้อยู่คู่ชาวไทลื้อมานานนับร้อยปี เพราะเป็นวัตถุดิบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสามารถหาได้ง่ายบริเวณแม่น้ำ อีกทั้งคนโบราณยังเชื่อว่าสาหร่ายนี้เป็นยาอายุวัฒนะ มีสารต้านอนุมูลอิสระ ระบายความร้อน รักษาโรคต่างๆ เช่น โรคกระเพาะ โรคความดันโลหิตสูง ทำให้ผมดกดำ เป็นอาหารที่รับประทานแล้วไม่ก่อให้เกิดความอ้วนในร่างกายนอกจากนี้ยังมีความรู้สึกรสชาติที่อร่อยไม่เหมือนใครหรือไม่น่าเบื่อจนเกินไป นอกจากนี้ยังสามารถนำมาขายสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนในช่วงฤดูแล้ง เพราะโกจะหาเก็บได้ในแม่น้ำโขงเพียงปีละ ๑ ครั้งเท่านั้น จนทำให้โก หรือ สาหร่ายน้ำโขง กลายเป็นอาหารตามฤดูกาลเนื่องจากในช่วงต้นฤดูฝน จะไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากระดับน้ำมีเพิ่มขึ้นทำให้เก็บได้ยาก อีกทั้งน้ำมีความขุ่น เพราะน้ำพัดพาตะกอนมาทำให้ไม่เห็นสาหร่ายโก นอกจากนี้ด้วยลักษณะของสาหร่ายโก ที่มีลักษณะไม่น่าดึงดูดให้กับคนรุ่นใหม่เข้ามาสนใจ อีกทั้งสาหร่ายโกมักจะนำมาทำเป็นอาหารพื้นบ้านภาคเหนือ เช่น ห่อหมกโก (ทางเหนือเรียก แอบโก) ไข่โก ข้าวโก แกงโก และน้ำพริกโก เป็นต้น ซึ่งเป็นอาหารพื้นบ้านที่คนรุ่นใหม่ไม่ชอบรับประทานเช่นเดิมเหมือนคนรุ่นเก่าที่ได้ปฏิบัติสืบต่อกันมา

ด้วยระยะเวลาการเจริญเติบโตของสาหร่ายโกที่จะเกิดขึ้นแค่บางช่วงของปีเท่านั้น และการรักษาวัฒนธรรมที่ถือปฏิบัติสืบต่อกันมา ทางคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ ซึ่งเป็นการแปรรูปสาหร่ายโกที่มีลักษณะเป็นเส้นสีเขียวให้อยู่ในรูปที่น่ายรับประทาน นอกจากนี้ยัง

เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสาหร่ายไก่อ และเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาสาหร่ายไก่อ ให้สามารถรับประทานได้ ในช่วงนอกฤดูกาลได้ อีกทั้งทางโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๖๒ จังหวัดเชียงราย มีนักเรียนที่มีภูมิลำเนาอยู่ บริเวณริมแม่น้ำโขง จึงมีความสนใจที่จะศึกษาปริมาณความชื้นของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) ที่เหมาะสมสำหรับทำ เต้าหู้ยี้กรอบ ศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) และน้ำถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับทำ เต้าหู้ยี้กรอบ และศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งของเต้าหู้ต่อไป

๑.๒ ความเกี่ยวข้องกับนโยบาย BCG

ปัจจุบันความเจริญและความทันสมัยของโลกในหลายๆ ด้าน ได้นำไปสู่ปัญหาความเสื่อมโทรมทาง สิ่งแวดล้อมและทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำในสังคมโลกเพิ่มมากขึ้น ทำให้การดำเนินธุรกิจในปัจจุบัน มีความเสี่ยงจากผลกระทบทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ความผันผวน การเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจ รวมถึงผลกระทบจาก ปัญหาสังคมต่างๆ ตามไปด้วย

สำหรับโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราเต้าหู้ยี้กรอบ เป็นโครงการมุ่งเน้นการพัฒนาจาก ทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่เดิม เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งด้านกระบวนการผลิต และในการนำไปใช้

B = Bioeconomy เศรษฐกิจชีวภาพ เป็นโครงการที่มีการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสาหร่ายไก่อ ที่อุดมไปด้วย สารอาหารโปรตีน โยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น

C = Circular economy เศรษฐกิจหมุนเวียน การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่รักษาสิ่งแวดล้อม สามารถนำกลับมา ใช้ใหม่อีกครั้งได้ โดยเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด

G = Green economy เป็นระบบเศรษฐกิจสีเขียว ซึ่งเป็นการสร้างความยั่งยืนให้กับคนให้ชุมชน หรือสร้าง เสริมให้กับนักเรียนให้สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดเป็นอาชีพในอนาคต โดยปฏิบัติตนให้อยู่บนพื้นฐานของ การรักษาสีเขียวให้ยั่งยืน เพื่อจะได้มีวัตถุดิบหลักในการต่อยอดสินค้าต่อไป

๑.๓ วัตถุประสงค์

๑.๓.๑ เพื่อศึกษาปริมาณความชื้นของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) ที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก่อกรอบ

๑.๓.๒ เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) และน้ำถั่วเหลืองที่เหมาะสม สำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก่อ

๑.๓.๓ เพื่อศึกษาปริมาณส่วนผสมสาหร่ายไก่อที่มีผลต่อการผองตัวของเต้าหู้สาหร่ายไก่อกรอบ

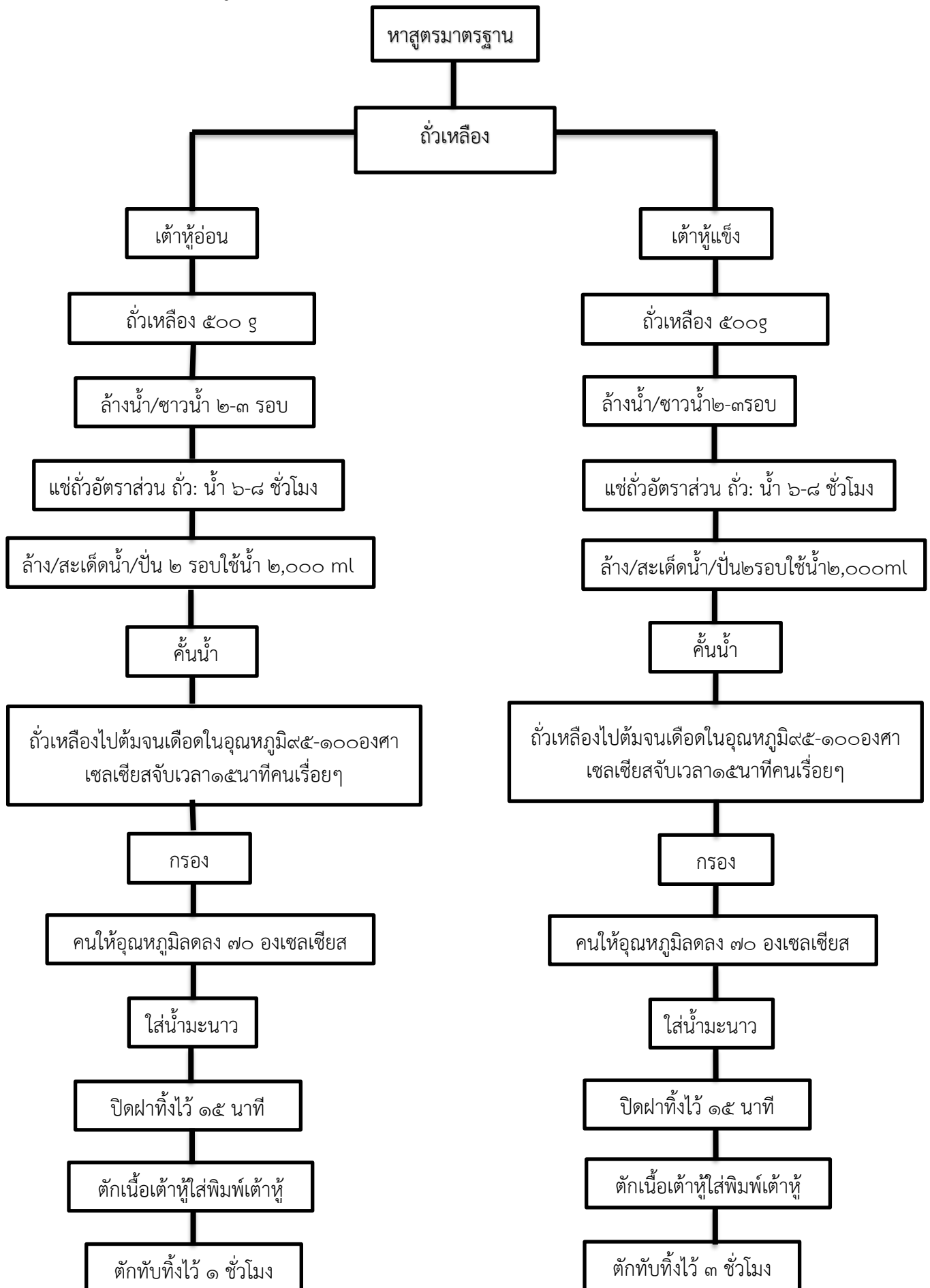
๑.๔ คำถามการทดลอง

คำถามการทดลอง	ระเบียบวิธีทดลอง	กิจกรรม
๑) เพื่อศึกษาปริมาณความชื้นของ สาหร่ายน้ำจืด (ไก) ที่เหมาะสม สำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก่อกรอบ	ทำการศึ ษาทดลอง เปรียบเทียบระหว่าง สาหร่ายน้ำจืด (ไก) สด และสาหร่ายน้ำจืด (ไก)	๑. เตรียมสาหร่ายน้ำจืด (ไก) ๒. ทำการทดลองโดยนำสาหร่ายน้ำจืด (ไก) สด และสาหร่ายน้ำจืด (ไก) แห้ง มาวัดค่า ปริมาณความชื้น
๒) เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่าง ปริมาณของสาหร่ายน้ำจืด (ไก)	ทำการอัตราส่วนระหว่าง ปริมาณของสาหร่ายไก่อที่ เหมาะสม และน้ำถั่ว	๓. บันทึกผลการทดลอง ๔. นำสาหร่ายน้ำจืด (ไก) ทั้งแบบสด และ แบบแห้งมาศึกษาหาอัตราส่วนระหว่าง

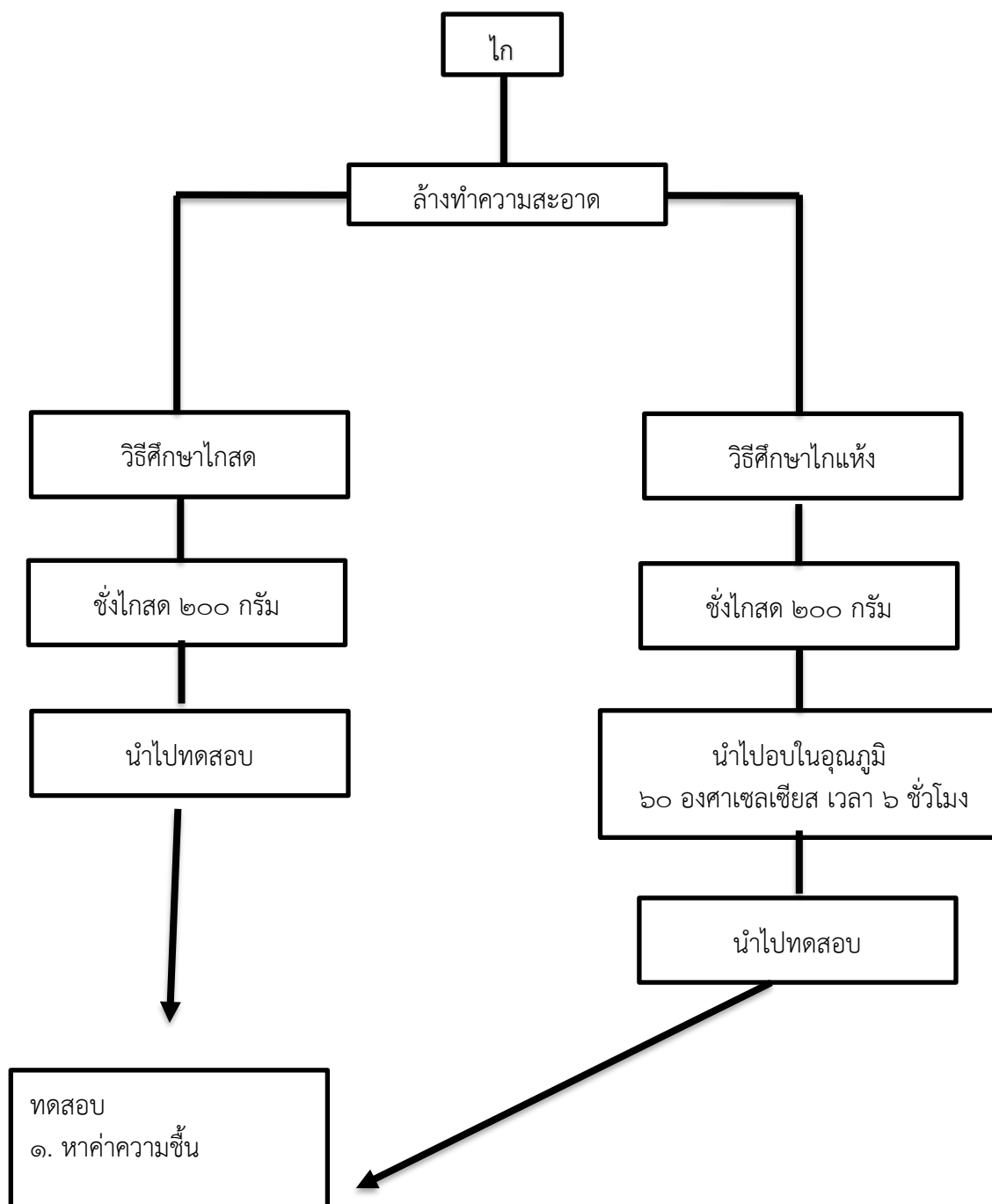
คำถามการทดลอง	ระเบียบวิธีทดลอง	กิจกรรม
และน้ำแก้วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก่อ	เหลืองสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก่อ	ปริมาณของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) และน้ำแก้วเหลืองที่เหมาะสม ดังนี้ ๔.๑ สาหร่ายน้ำจืด (ไก) : น้ำแก้วเหลือง เป็น ๒ กรัม : ๑๐๐๐ มิลลิลิตร (๐.๒%w/v) ๔.๒ สาหร่ายน้ำจืด (ไก) : น้ำแก้วเหลือง เป็น ๔ กรัม : ๑๐๐๐ มิลลิลิตร (๐.๓%w/v) ๔.๓ สาหร่ายน้ำจืด (ไก) : น้ำแก้วเหลือง เป็น ๖ กรัม : ๑๐๐๐ มิลลิลิตร (๐.๓%w/v) ๕. นำมาทดสอบ ๕.๑ การดูดซับน้ำของสาหร่ายไก่อแห้ง ๕.๒ ปริมาณความชื้นของเต้าหู้สาหร่ายไก่อ
๓) เพื่อศึกษาปริมาณส่วนผสมสาหร่ายไก่อที่มีผลต่อการผองตัวของเต้าหู้สาหร่ายไก่อกรอบ	ทำการศึกษาปริมาณส่วนผสมสาหร่ายไก่อ	๑. นำเต้าหู้ที่ได้จากการศึกษา อบที่อุณหภูมิ ๑๐๐ องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา ดังนี้ ๑.๑ ที่เวลา ๓ ชั่วโมง ๒. บันทึกผลลักษณะทางกายภาพ ๓. นำมาทดสอบวัดค่าความชื้น ๔. นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี ๕ Point Hedonic scale

๑.๕ กรอบการทดลอง

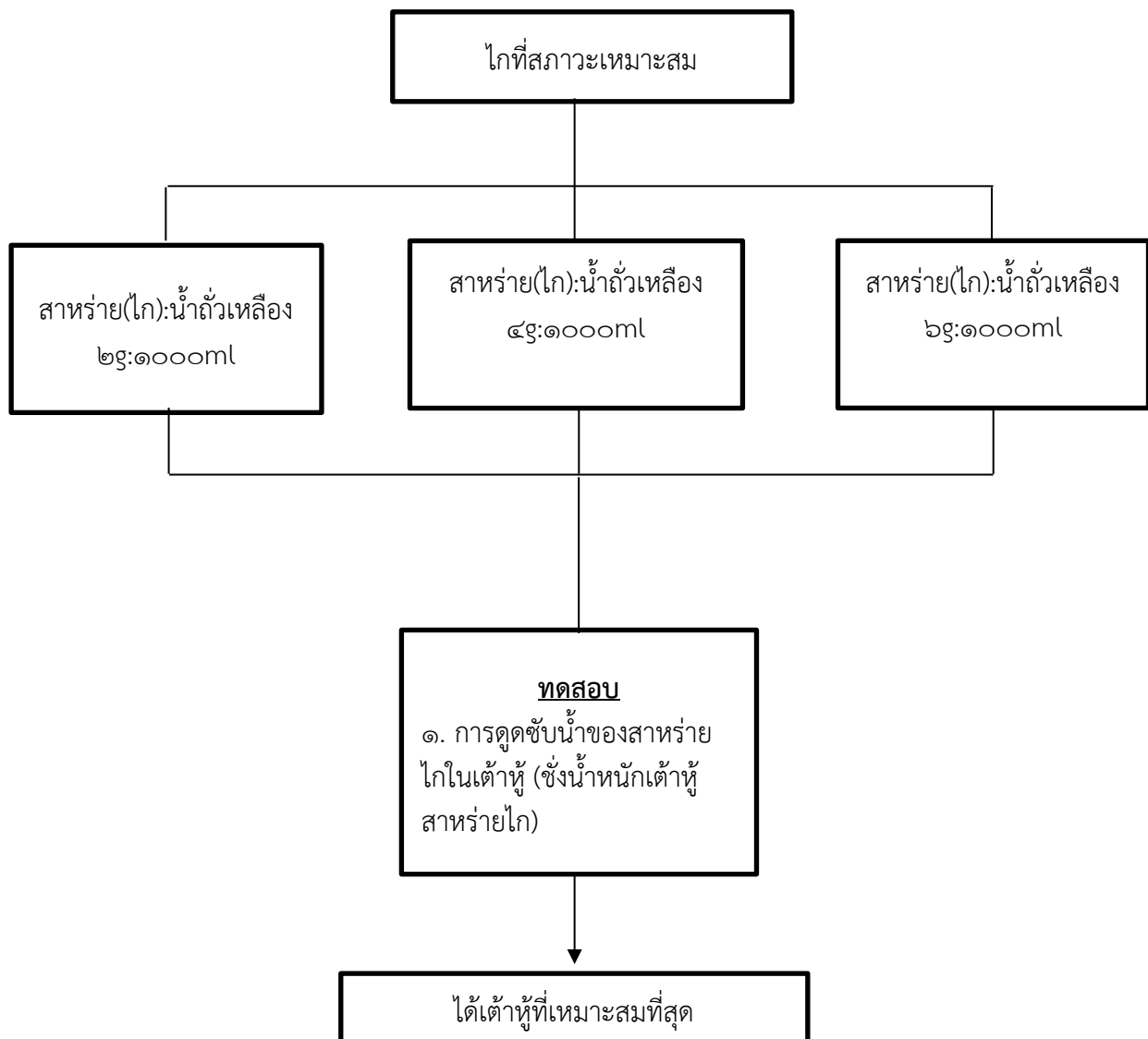
๑.๕.๑ การหาสูตรมาตรฐาน



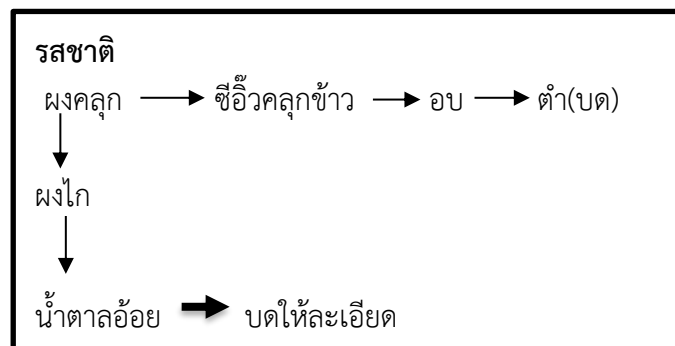
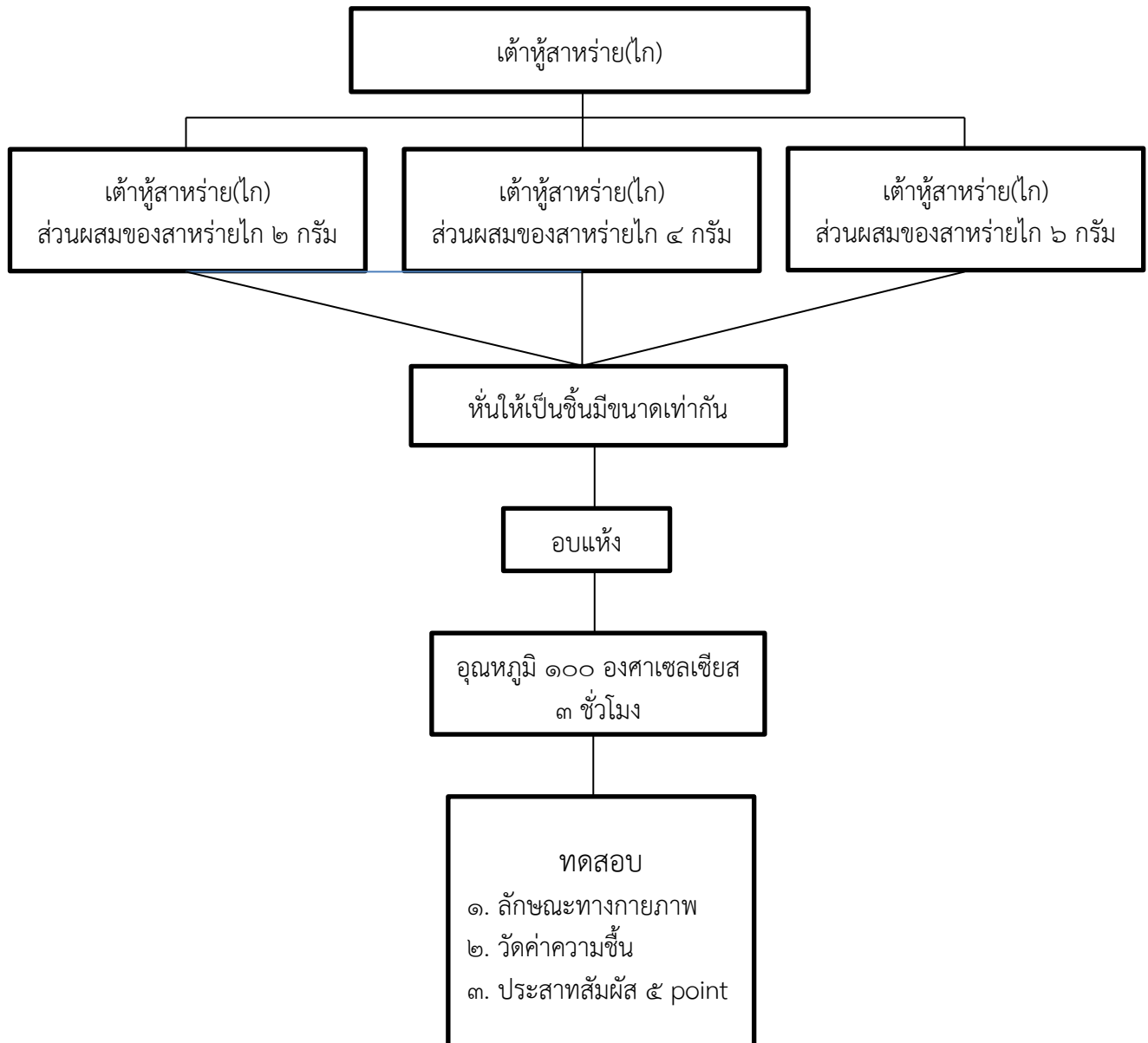
๑.๕.๒ ศึกษาปริมาณความชื้นของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) ที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก่อบกรอบ



๑.๕.๓ ศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของสาหร่ายน้ำจืด (โก) และน้ำถั่วเหลืองที่เหมาะสม
สำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายโก



๑.๕.๔ ศึกษาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งของเต้าหู้เต้าหู้สาหร่ายไถ



๑.๖ แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานการทดลอง (แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง)

๑.๖.๑ สาหร่าย

สาหร่าย เป็นชื่อเรียกสิ่งมีชีวิตหลายชนิดในอาณาจักรโครมาลวีโอลาตา เอกซ์คาวาตา ไรซาเรีย มีลักษณะคล้ายพืช แต่ไม่มีส่วนที่เป็นราก ลำต้น และใบที่แท้จริง มีขนาดตั้งแต่เล็กมากมีเซลล์เดียว ไปจนถึงขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยเซลล์จำนวนมาก อาจเป็นเส้นสายหรือมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูงก็มี การแบ่งพวกสาหร่าย แบ่งตามรูปร่างลักษณะภายนอกหรือดูตามสี จึงมีสาหร่ายสีเขียว เขียวแกมน้ำเงิน น้ำตาล และสีแดง สาหร่ายสืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ หรืออาศัยเพศได้

แหล่งที่อยู่ของสาหร่าย ส่วนใหญ่อยู่ในน้ำ ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายพบว่าไม่สูงมาก คาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่เป็นพวกที่ย่อยยากในสัตว์คน โปรตีนก็มีน้อยแต่สิ่งที่ได้จากสาหร่าย คือ แร่ธาตุและวิตามินหลายชนิด นอกจากเป็นอาหารคน เช่น สาหร่ายอบกรอบ และปัจจุบันนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แล้วยังใช้เป็นอาหารสัตว์ เป็นปุ๋ยและเป็นยา

๑.๖.๑.๑ ประเภทของสาหร่าย

ประเภทของสาหร่ายที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจแบ่งเป็น ๔ ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

๑. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวนี้นี้เป็นสาหร่ายที่พบมากที่สุด มีอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำและบนบก ด้านทานภูมิอากาศได้ดี ดังนั้นจึงพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเจริญเติบโตได้ดีทั้งในบ่อน้ำพุร้อน หรือแถบขั้วโลกสาหร่ายชนิดนี้นอกจากสามารถนำมาตากแห้งเพื่อใช้เป็นอาหารบริโภค ซึ่งนับว่าเป็นอาหารยอดนิยมในหมู่ชาวเอเชียตะวันออก คือ ญี่ปุ่น เกาหลี และสาธารณรัฐประชาชนจีน นอกจากนี้สาหร่ายประเภทนี้นิยมนำมาทำเป็นสาหร่ายอัดเม็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสายพันธุ์คลอเรลลาและสปรูลิનાหรือเกลียวทอง

๒. สาหร่ายสีเขียว ปริมาณสาหร่ายสีเขียวมีมากพอๆ กับสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว เจริญเติบโตได้ดีทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม แต่จะไม่มี ความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติได้เช่นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเขียว รูปร่างและขนาดของสีเขียวต่างกันตามชนิด บางชนิดที่ขึ้นในน้ำทะเลและมีสารพวกหินปูนมาเกาะ ทำให้มีลักษณะเป็นแผ่นแข็งสีขาว บางชนิดมีลักษณะเป็นเส้นเกาะลอยเป็นแพตามบ่อหรือตามชายฝั่งที่มีน้ำใส ซึ่งชนิดนี้ชาวบ้านแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่าเทา สามารถนำมาประกอบอาหารบริโภคได้

๓. สาหร่ายสีน้ำตาล สาหร่ายสีน้ำตาลเป็นสาหร่ายที่พบในทะเลเขตนหนาว เช่น ตามชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกและแปซิฟิก และทะเลในเขตอบอุ่น เช่น ในอ่าวไทย สาหร่ายชนิดนี้นอกจากจะมีสีเขียวแล้ว ส่วนมากจะมีขนาดใหญ่ สาหร่ายสีน้ำตาลส่วนมากเป็นพืชที่มีคุณประโยชน์และมีความสำคัญ ประโยชน์ที่ได้รับอาจจะได้รับโดยการนำมาปรุงเป็นอาหารโดยตรง เช่น LAMINARIA SP. หรือคอมบุ เป็นสาหร่ายสีน้ำตาล ในญี่ปุ่นนิยมนำมาต้มเป็นน้ำสต็อกสำหรับทำซูชิหรือใช้ปรุงแต่งรสอาหาร และสาหร่ายอุดาเรีย (Undaria) หรือวากาเมะ เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำไปใส่ในซูชิของคนญี่ปุ่นเช่นกัน นอกจากใช้เป็นอาหารแล้ว สาหร่ายสีน้ำตาลยังมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมด้วย กล่าวคือ ใช้สกัดโพแทสเซียมและไอโอดีน เนื่องจากสาหร่ายสีน้ำตาลเป็นพืชที่มีธาตุโพแทสเซียมและไอโอดีนเป็นจำนวนมาก ประโยชน์อีกประการหนึ่ง คือ การสกัดสารแอลจิน ซึ่งเป็นสารที่ใช้นำมาทำเส้นก๊วย

๔. สาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีแดงนี้ขึ้นอยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล ในน้ำจืดชอบขึ้นตามลำธารที่น้ำค่อนข้างเย็นจัด ส่วนพวกที่อยู่ในน้ำทะเลเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตนหนาวและเขตอบอุ่น ลักษณะรูปร่างของสาหร่ายสีแดงมีทั้งขนาดเล็กมากๆ ไปจนถึงขนาดใหญ่เช่นเดียวกับสาหร่ายสีน้ำตาล แต่สาหร่ายสีแดงจะบอบบางกว่า เป็นสาหร่ายที่มีคุณประโยชน์เช่นเดียวกัน คือ สามารถนำไปใช้เป็นอาหารได้ เช่น

PORPHYRA SP. เป็นสาหร่ายสีแดงที่มีชื่อไทยว่า สายใบ ชาวญี่ปุ่นเรียกว่า โนริ นำมาทำเป็นแผ่นบางใช้ห่อซูชิ และเป็นชนิดเดียวกับสาหร่ายแห้งแผ่นกลมที่ใส่ในแกงจืด ซึ่งชาวจีนเรียกว่า จิฉ่าย นอกจากนี้สาหร่ายสีแดงจะมีสารเคลือบอยู่รอบนอกของผนังเซลล์ เรียกว่า คาแลคจินิน ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติใช้ในการทำวุ้น สำหรับใช้เลี้ยงแบคทีเรียในห้องปฏิบัติการ อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง การทำขนมหวาน ใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางค์

๑.๖.๑.๒ กลุ่มของสาหร่ายและการจัดจำแนก

สาหร่ายแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม นักสาหร่ายวิทยาแต่ละคนมีวิธีการแบ่งกลุ่มของสาหร่ายที่แตกต่างกันไป โดยอาศัยหลักเกณฑ์ ดังนี้ (ยุวดี, ๒๕๔๘)

๑. รังควัตถุที่อยู่ในเซลล์สาหร่ายทุกชนิดมีรงควัตถุหลัก คือ คลอโรฟิลล์เอ ส่วนรงควัตถุรองจะแตกต่างกันไป เช่น ไฮยาโนแบคทีเรีย และแดง มีรงควัตถุพวกไฟโคไซยานิน และไฟโคเออร์ริธรีนเพิ่มขึ้นมา ในขณะที่สาหร่ายสีเขียว จะมีรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ เป็นต้น รังควัตถุเหล่านี้ช่วยในการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย

๒. องค์ประกอบของผนังเซลล์ องค์ประกอบของผนังเซลล์ของสาหร่ายแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป บางชนิดจะเป็นพวกเซลลูโลส เช่น ในพืชบางชนิดอาจมีสารบางอย่างสะสม เช่น ซิลิกาในไดอะตอม อัลจินหรืออัลจิเนตในสาหร่ายสีน้ำตาล วุ้นในสาหร่ายสีแดง หรือแคลเซียมในสาหร่ายที่มีผนังเซลล์แข็ง เช่น ในสาหร่ายสีเขียวและแดงบางชนิด เป็นต้น

๓. อาหารที่สะสมในเซลล์ สาหร่ายในแต่ละกลุ่มมีอาหารที่สะสมในเซลล์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตจากกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ไม่เหมือนกัน เช่น พบแป้งพวกอะไมโลส และอะไมโลเพกตินในสาหร่ายสีเขียว ลามินารินในสาหร่ายสีน้ำตาลหรือน้ำมันในสาหร่ายยูกลีโนอยด์ เป็นต้น

๔. จำนวนและตำแหน่งของแฟลเจลลัม สาหร่ายหลายชนิดเคลื่อนที่ด้วยแฟลเจลลัม หรืออาจจะเรียกว่า หนวดหรือแส้ แต่บางชนิดก็ไม่มีแฟลเจลลัม จำนวนและตำแหน่งของแฟลเจลลัมในเซลล์ใช้ในการจัดจำแนกสาหร่ายได้

๑.๖.๒ สาหร่ายไถ (Cladophora sp.)

สาหร่ายไถ เป็นสาหร่ายน้ำจืดสีเขียวสกุล Cladophora และ Rhizoclonium ที่พบทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะแถบ แม่น้ำน่าน ในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดน่าน และแม่น้ำโขง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้สามารถนำมารับประทานได้

สาหร่ายไถ (Cladophora sp.) มีลักษณะเป็นเส้นสายแบบแตกแขนงที่ละ ๑ คู่ ทัลลัส แบ่งเป็น ๒ ส่วน คือ ส่วนที่เป็นฐาน จะมีไรซอยด์ (Rhizoid) และแขนงสั้นๆ ยึดกับพื้นผิว และส่วนที่คล้ายลำต้น (Caudal) ซึ่งจะแตกแขนง ตั้งตรงขึ้นมาเป็นเส้นสายลักษณะสายเป็นลอน ผิวสัมผัสหยาบ รูปร่างเซลล์เป็นทรงกระบอกยาว ด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างมาก ผนังเซลล์หนา ในเซลล์ที่มีอายุมากจะมีคลอโรพลาสต์เป็นแบบร่างแหอยู่ ด้านข้างของเซลล์ มีไพร์นอยด์หลายอัน ใน ๑ เซลล์มีมากกว่า ๑ นิวเคลียส ผนังเซลล์ค่อนข้างหนาอาศัยโดยการเกาะติดกับก้อนหินหรือพื้นท้องน้ำที่มีลักษณะแข็ง มีน้ำไหลตลอดเวลา และ Dodds and Gudder (๑๙๙๒) กล่าวว่า สาหร่ายไถมีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) และไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) โดยมีวงจรชีวิตแบบสลับ (Diplonhaplontic)



ภาพที่ ๑ สาหร่ายไก่อ

ศรীরรณ และประเสริฐ (๒๕๔๔) กล่าวว่า สาหร่ายไก่อมีมากในลำน้ำโขง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และในลำน้ำน่าน อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ชาวบ้านมีความเชื่อว่าเมื่อรับประทานสาหร่ายไก่อจะทำให้มีสุขภาพแข็งแรง กระชุ่มกระชวย ชะลอความแก่ ช่วยทำให้ผมดกดำ อายุยืนยาวและยังมีการนำมาใช้เป็นยาบรรเทาโรคได้หลายชนิด เช่น โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร โรคผิวหนัง รักษาบาดแผล อาการร้อนใน และลดอาการปวดอักเสบได้อีกด้วย จากความเชื่อดังกล่าวนี้ ทำให้มีชาวบ้านนิยมนำสาหร่ายไก่อมาประกอบอาหาร โดยใช้สาหร่ายไก่อทั้งสดและแห้งทำเป็นอาหารแบบง่ายๆ เช่น ไกยี้ แกงไก่อ เจียวไก่อ ท่อหมกไก่อ ยำไก่อ น้ำพริกสาหร่ายไก่อ บะหมี่สาหร่ายไก่อ และแปรรูปเพื่อจำหน่าย เช่น สาหร่ายไก่อแผ่น ข้าวเกรียบสาหร่ายไก่อ คูกี้สาหร่ายไก่อ จากการศึกษาศักยภาพของสาหร่ายไก่อในลำน้ำน่านในการนำมาเป็นอาหารและยา ยุวดี และคณะ (๒๕๔๘) พบว่าสาหร่ายไก่อมีองค์ประกอบทางเคมีที่ประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และกากใยอาหาร นอกจากนั้นในสาหร่ายไก่อ ยังมีซิลิเนียมซึ่งเป็นแร่ธาตุรอง (Trace element) ที่มีความสามารถต้านการเกิดอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง

๑.๖.๒.๑ ชนิดของสาหร่ายไก่อที่พบในลำน้ำน่าน และลำน้ำโขง

๑. Cladophora glomerata Kutzing

ลักษณะเส้นสายและแหล่งที่พบ : ลักษณะเส้นสายจะแตกแขนง เป็นพุ่มหนา มีโหนดฟาสต์ขนาดใหญ่ยึดติดกับสิ่งยึดเกาะ สีของเซลล์จะเป็นสีเขียว การเจริญจะเกาะติดกับสิ่งยึดเกาะ ที่มีลักษณะแข็ง เช่น ก้อนหิน ชอบเจริญในแหล่งน้ำที่ไหลค่อนข้างเร็ว มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง สามารถพบสาหร่ายชนิดนี้ได้ทั่วไป ทั้งในน้ำใส และน้ำขุ่นเล็กน้อย คุณภาพน้ำดีจนถึงปานกลาง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : เส้นสายแตกแขนง เป็นแบบ ๒ ง่าม (Dichotomous branching) เซลล์จะมีลักษณะทรงกระบอก มีความยาวมากกว่าความกว้าง คลอโรพลาสต์เป็นแบบร่างแหชัดเจน ผนังเซลล์ค่อนข้างหนา

๒. Cladophora sp.

ลักษณะเส้นสายและแหล่งที่พบ : ลักษณะเป็นเส้นสายแตกแขนง เจริญเป็นพุ่มเล็กๆ เส้นสายไม่แตกแขนงมากนัก มีไรซอยด์ยึดติดกับพื้น สีของเซลล์จะมีสีเขียวออกเหลือง พุ่มไม่ค่อยชัดเจนเหมือน C. glomerata ลักษณะหงิกงอ เจริญอยู่ได้ทั้งสภาพน้ำไหลเร็ว และน้ำนิ่ง ในน้ำใสและค่อนข้างขุ่น คุณภาพน้ำดีจนถึงปานกลาง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : เส้นสายแตกแขนงไม่มาก ถ้ามีการแตกแขนงจะเป็นแบบ ๒ ง่าม เช่นเดียวกับสปีชีส์แรก เซลล์จะมีความกว้างมากกว่าความยาว คลอโรพลาสต์ในเซลล์หนาแน่น พบเป็นแบบร่างแหและเป็นเกล็ดกระจายอยู่ทั่วไป ผนังเซลล์ค่อนข้างหนา

๓. *Microspora floccosa* (Vaucher) Thuret

ลักษณะเส้นสายและแหล่งที่พบ : เป็นเส้นสายยาว ค่อนข้างใหญ่ ไม่แตกแขนง เมื่อจับดูจะมีลักษณะคล้ายวุ้นเส้น เกาะติดกับสิ่งยึดเกาะ ที่เป็นของแข็ง เช่น ก้อนหิน พื้นน้ำ กรวด รวมทั้งวัสดุต่างๆ เจริญเกาะติดกับพื้นท้องน้ำ โดยใช้โฮลต์ฟาสต์ พบในแหล่งน้ำที่ไหลค่อนข้างแรง และไม่ขุ่นมาก

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเส้นสายไม่แตกแขนง เซลล์แต่ละเซลล์มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ผนังเซลล์แต่ละเซลล์มักจะหนา มีลักษณะเป็นตัว H ผนังเซลล์หนาประมาณ ๒ μm เชื่อมต่อกันตลอดทั้ง ทัลลัส คลอโรพลาสต์เต็มเซลล์ ไม่มีไพรินอยด์

๔. *Microspora pachyderma* (Will) Lagertheim

ลักษณะเส้นสายและแหล่งที่พบ : เจริญเป็นสายไม่ยาวมากนักและไม่แตกแขนง เมื่อจับดูจะมีลักษณะคล้ายเส้นผมสีเขียว เกาะติดกับสิ่งยึดเกาะที่เป็นของแข็ง เช่น ก้อนหิน พืชน้ำ รวมถึงวัสดุต่างๆ พบในแหล่งน้ำไหล ที่ไม่ขุ่นมากนัก เจริญเกาะติดกับพื้นท้องน้ำโดยใช้โฮลต์ฟาสต์

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : เป็นเส้นสายไม่แตกแขนง ผนังเซลล์ไม่หนา เซลล์กว้าง ๕-๑๐ μm เซลล์แต่ละเซลล์มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ผนังเซลล์มีลักษณะเป็นรูปตัว H เรียงต่อกันโดยเซลล์จะหาบริเวณกลางเซลล์ และค่อยๆ เรียวลงในช่วงปลายเซลล์ ซึ่งจะมองเห็นเป็นรูปตัว H ต่อกันอย่างชัดเจน

๕. *Microspora* sp. ๑

ลักษณะเส้นสายและแหล่งที่พบ : เป็นเส้นสายละเอียด มีสีเขียวอ่อน ไม่แตกแขนง เส้นสายยาวมาก เมื่อจับดูจะลื่นคล้ายกับ *Spirogyra* sp. เกาะติดกับสิ่งยึดเกาะที่เป็นของแข็ง เช่น ก้อนหิน แต่ไม่พบในแหล่งน้ำที่มีความเร็วกระแสน้ำสูง เจริญเกาะติดกับพื้นท้องน้ำ โดยใช้โฮลต์ฟาสต์

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นสายไม่แตกแขนง เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปทรงกระบอก ผนังเซลล์ไม่หนา มีลักษณะต่อกัน คลอโรพลาสต์เป็นร่างแหอยู่ไม่เต็มเซลล์ พบไพรินอยด์กระจายจำนวนน้อย

๖. *Microspora* sp. ๒

ลักษณะเส้นสายและแหล่งที่พบ : เป็นเส้นสายละเอียด มีสีเขียวอ่อน ไม่แตกแขนง จับดูจะไม่ลื่น เส้นสายอาจจะยาวหรือสั้น ลักษณะหึ่งงอเล็กน้อย ไม่เหี่ยวตกรวด เกาะติดกับสิ่งยึดเกาะที่เป็นก้อนหินขนาดเล็ก พบในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างนิ่งหรือไหลเอื่อย

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นสายไม่แตกแขนง ผนังเซลล์หนาไม่เท่ากัน ในแต่ละช่วงของเซลล์ ทำให้ลักษณะของทัลลัสคดงอไปมา คลอโรพลาสต์เป็นร่างแหอยู่ไม่เต็มเซลล์ พบไพรินอยด์กระจายจำนวนน้อย

๑.๖.๒.๒ องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายไถ

ตารางที่ ๑ องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายไถ

พารามิเตอร์ที่ศึกษา	สาหร่ายไถ
สารอาหารพื้นฐาน (กรัม/๑๐๐ กรัม น้ำหนักแห้ง)	
ไขมัน	๓.๑๒
โปรตีน (N×๖.๒๕)	๑๙.๓
กาก (ใยอาหาร)	๒๑.๖
เถ้า	๑๙.๖
คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ)	๓๐.๔

พารามิเตอร์ที่ศึกษา	สาหร่ายไก่อ
วิตามิน (มิลลิกรัม/๑๐๐ กรัม น้ำหนักแห้ง)	
วิตามินเอ	ไม่พบ
วิตามินซี	๖.๗๘
วิตามินบี๑	๐.๑๖
วิตามินบี๒	๐.๕๔
กรดโฟลิก	๐.๑๔
กรดแพนโทธีนิก	๐.๒๖
ไนอะซิน	๔.๒๐
เกลือแร่ (มิลลิกรัม/๑๐๐ กรัม น้ำหนักแห้ง)	
แคลเซียม	๙๔๓.๙
โซเดียม	๗๑๖.๙
โพแทสเซียม (กรัม/๑๐๐ กรัม น้ำหนักแห้ง)	๔.๖๒
คลอไรด์ (กรัม/๑๐๐ กรัม น้ำหนักแห้ง)	๑.๕๕
แมกนีเซียม	๑๗๐.๕
แมงกานีส	๕.๓๖
เหล็ก	๑๖๒.๐
ทองแดง (ไมโครกรัม/๑๐๐ กรัม น้ำหนักแห้ง)	๐.๓๑
สังกะสี	๐.๖๕
ซีลีเนียม (ไมโครกรัม/๑๐๐ กรัม น้ำหนักแห้ง)	๔๖๐.๔

ตารางที่ ๒ รงควัตถุ ๕ ชนิดของสาหร่ายไก่อ

รงควัตถุที่ศึกษา	ปริมาณรงควัตถุ (มิลลิกรัม.กรัม ⁻¹ น้ำหนักเซลล์แห้ง)
คลอโรฟิลล์เอ	๓.๗๕
คลอโรฟิลล์บี	๑๘.๔๕
แคโรทีนอยด์	๑.๘๔
ไฟโคไซยานิน	ไม่มี
อัลโลไฟโคไซยานิน	ไม่มี
ไฟโคเออร์ทริน	ไม่มี

๑.๖.๒.๓ ประโยชน์จากสาหร่ายไก่อ

ส่วนการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายไก่อโดยชาวบ้านนั้นมีความช้านานแล้ว จนเกิดเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดต่อมาจนถึงปัจจุบัน สาหร่ายไก่อสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังนี้

๑. การใช้สาหร่ายไก่อเป็นอาหารมนุษย์ การบริโภคภายในครัวเรือน และแปรรูปเพื่อจำหน่าย

ชาวบ้านมีการบริโภคสาหร่ายไก่อทั้งในรูปแบบสาหร่ายสดและแห้ง โดยชาวบ้านจะเก็บเกี่ยวสาหร่ายไก่อจากธรรมชาติ นำมาประกอบอาหารหลากหลายรูปแบบ นอกจากจะบริโภคภายในครัวเรือนแล้ว ปัจจุบันยังมีการนำสาหร่ายไก่อมาวางขายในตลาดและแปรรูปออกจำหน่ายอีกด้วย ซึ่งในแต่ละวันจะมีการใช้

สาหร่ายสดจากลำน้ำนานถึง ๒๐๐-๔๐๐ กิโลกรัม โดยราคากิโลกรัมละ ๓๐-๔๐ บาท สามารถนำไปผลิตไถ่ และไถ่เกลือได้อย่างละ ๘๐-๑๐๐ โหลต่อวัน ราคาจำหน่ายโหลละ ๑๐๐ บาท ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไถ่ที่แพร่หลาย ได้แก่ ไถ่ ไถ่แผ่น ห่อหมกไถ่ ไถ่เกลือ น้ำพริกไถ่ และข้าวเกรียบไถ่ เป็นต้น

ในประเทศไทยชาวบ้านจะเก็บสาหร่ายไถ่ จากแม่น้ำนำมาประกอบอาหาร โดยอาหารที่ปรุงจากสาหร่ายไถ่ที่นิยมรับประทาน คือ ยำไถ่ หรือถ้าไม่รับประทานแบบสาหร่ายไถ่สด ชาวบ้านจะนำสาหร่ายไถ่ตากให้แห้งและเก็บไว้เพื่อนำมาประกอบอาหารภายหลัง เนื่องจากอาหารจากสาหร่ายไถ่มีรสชาติอร่อยเป็นที่ถูกใจของนักท่องเที่ยว ชื่อของสาหร่ายไถ่จึงเป็นที่รู้จักกันในวงกว้าง และเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น ปัจจุบันจึงมีการนำสาหร่ายไถ่มาแปรรูปเป็นสินค้าหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายหลากหลายรูปแบบ เช่น ไถ่ ไถ่แผ่น ห่อหมกไถ่ ไถ่เกลือ สาหร่ายไถ่แผ่นทรงเครื่อง ข้าวตังสาหร่ายไถ่ ข้าวเกรียบสาหร่ายไถ่ ก๋วยเตี๋ยวผัด น้ำพริกไถ่ เป็นต้น ซึ่งการแปรรูปสาหร่ายไถ่พบได้ในหมู่บ้านที่เป็นแหล่งที่พบสาหร่ายไถ่มาก เช่น กลุ่มสตรีบ้านหนองบัว จ.น่าน และกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ จ.เชียงราย ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการพัฒนาสาหร่ายไถ่แปรรูปและบรรจุภัณฑ์ให้สวยงามเป็นที่ต้องการของตลาด

๒. การใช้สาหร่ายไถ่เป็นอาหารสัตว์

ในธรรมชาติสาหร่ายไถ่ยังเป็นอาหารของสัตว์น้ำหลายชนิดโดยเฉพาะปลาบึก ซึ่งชาวบ้านแถบแม่น้ำโขง พบว่าปลาบึกมีการบริโภคสาหร่ายไถ่เป็นอาหาร ปัจจุบันจึงมีการนำสาหร่ายไถ่มาเป็นอาหารปลาบึก และอาหารสัตว์หลายชนิด เนื่องจากสาหร่ายไถ่มีองค์ประกอบทางเคมีสูงและมีรงควัตถุที่มีประโยชน์ เช่น ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน เพิ่มสีสนให้สัตว์น้ำ ทำให้สัตว์เจริญเติบโต การนำสาหร่ายไถ่มาใช้กับสัตว์ ได้แก่ การนำสาหร่ายไถ่มาใช้เป็นอาหารสัตว์โดยตรง พบในกลุ่มชาวบ้านที่อยู่แถบแม่น้ำโขงบริเวณที่มีสาหร่ายไถ่ขึ้นมาก โดยชาวบ้านทั้งชาวไทย และลาวแถบลุ่มน้ำดังกล่าวจะเก็บสาหร่ายไถ่จากแม่น้ำมาเป็นอาหารสุกร ซึ่งช่วยลดค่าอาหารลงได้มาก อีกทั้งสุกรยังมีการเจริญเติบโตอีกด้วย

๓. การใช้สาหร่ายไถ่เพื่อประโยชน์ทางยา และเวชภัณฑ์

สาหร่ายไถ่ มีคุณค่าทางยาอย่างหลากหลาย เช่น สามารถใช้รักษาแผลสด ใช้บรรเทาอาการปวดอักเสบจากแมลงกัดต่อย นอกจากนี้ ชาวบ้านยังเชื่อว่าการบริโภคสาหร่ายไถ่จะทำให้ร่างกายแข็งแรง กระชุ่มกระชวย ชะลอความแก่ ทำให้ฟันแข็งแรง ช่วยทำให้ผดผื่นคัน จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้สารสกัดจากสาหร่ายไถ่มาผสมในแชมพูสระผมเช่นเดียวกับการใช้สารสกัดจากสาหร่ายทะเลที่มีการนำมาใช้ในปัจจุบัน

๔. การช่วยอนุรักษ์ระบบนิเวศของสาหร่ายไถ่

สาหร่ายไถ่สามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยใช้สารอินทรีย์ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในน้ำทิ้งของโรงอาหาร สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ระดับหนึ่ง มีส่วนช่วยอนุรักษ์แหล่งน้ำได้ดี การปรับปรุงคุณภาพน้ำ น้ำเสียจากชุมชนและเกษตรกรรมที่ไม่มีโลหะหนักหรือยาฆ่าแมลง สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ โดยการใช้การบำบัดทางชีวภาพได้ โดยขั้นแรกแบคทีเรียย่อยสลาย สารอินทรีย์ให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ ในกระบวนการนี้ ต้องเติมอากาศแต่ในเวลากลางวันสาหร่าย สามารถผลิตออกซิเจนและแบคทีเรียสามารถนำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้

๑.๖.๓ ถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง (ชื่อวิทยาศาสตร์: Glycine max) เป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมสำหรับปลูกสลับกับการปลูกข้าว ถั่วเหลืองของไทยส่วนมากปลูกแถบภาคเหนือ และภาคกลางตอนบน นิยมเรียกกันในภาษาไทยโดยทั่ว ๆ ไปหลายชื่อเช่น ถั่วพระเหลือง ถั่วแระ ถั่วแม่ตาย ถั่วเหลือง (ภาคกลาง) มะถั่วเน่า (ภาคเหนือ) เป็นต้น ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก สูง ๐.๓-๐.๙ เมตร ลำต้นมีขนปกคลุม ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก มี ๓ ใบย่อย หูใบรูปไข่ขนาด ๓-๗ มิลลิเมตร ใบย่อยรูปไข่ ฐานใบเป็นรูปลิ้นหรือกลม ปลายใบเรียวแหลม ช่อดอกแบบช่อกระจุก ก้านช่อดอกยาว ๑-๓.๕ เซนติเมตร วงกลีบเลี้ยงขนาด ๔-๖ มิลลิเมตร มีขนหยาบแข็ง วงกลีบดอกสีม่วง ม่วงอ่อน หรือขาว ขนาด ๔.๕-๑๐ เซนติเมตร กลีบกลางรูปไข่โคนกลีบคล้ายกันกลีบ ปลายกลีบเว้าตื้น กลีบคู่ข้างหักมุม กลีบคู่ล่างรูปไข่กลับ รังไข่เหนือวงกลีบ ผลแบบฝักแบบถั่วขนาด ๔๐-๗๕ x ๘-๑๕ มิลลิเมตร อวบน้ำ ขอบรูปขนาน มี ๒-๕ เมล็ด รูปร่างรี รูปไข่ หรือรูปขอบขนาน ขั้วเมล็ดเป็นรูปรี

๑.๖.๓.๑ ส่วนประกอบทางเคมี

น้ำมันและโปรตีนมีอยู่ในถั่วเหลืองทั้งคู่ประมาณ ๖๐ เปอร์เซ็นต์ ของถั่วเหลืองโดยน้ำหนัก โปรตีน ๔๐ เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน ๒๐ เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นคาร์โบไฮเดรต ๓๕ เปอร์เซ็นต์ ความร้อนเสถียรในการเก็บโปรตีนมีส่วนกับโปรตีนถั่วเหลืองส่วนใหญ่ ความร้อนเสถียรนี้ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลืองต้องการความร้อนสูง เช่น เต้าหู้ นมถั่วเหลือง ในการทำ ตั้งแต่คาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลืองถูกพบเป็นส่วนใหญ่ในเยื่อ หรือ หางนม และถูกทำลายลงระหว่างการเดือดเป็นฟอง เต้าหู้ ซอสถั่วเหลือง จะไม่ทำให้เกิดแก๊สในกระเพาะหรือลำไส้

๑.๖.๓.๒ สรรพคุณของถั่วเหลือง

๑. ใช้เป็นยาบำรุงโลหิต ด้วยการรับประทานเมล็ดแห้งประมาณ ๑๐-๑๕ กรัมมาดัมกับน้ำดื่ม (เปลือกเมล็ด)

๒. กากถั่วเหลืองช่วยป้องกันการอุดตันของไขมันในเส้นเลือด (กากเมล็ด)

๓. ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง และมีบางการศึกษาพบว่า การบริโภคถั่วเหลืองเป็นประจำ อาจช่วยลดโอกาสการเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมากในเพศชาย และมะเร็งเต้านมในเพศหญิงวัยที่ยังมีประจำเดือน แต่อาจเพิ่มโอกาสของการเกิดโรคมะเร็งเต้านมในเพศหญิงวัยที่หมดประจำเดือนแล้วได้ ซึ่งเป็นผลมาจากสารไฟโตเอสโตรเจน แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาที่สามารถยืนยันได้อย่างชัดเจน และยังไม่สามารถระบุได้ว่า ถั่วเหลืองสามารถช่วยป้องกันโรคมะเร็งได้

๔. ช่วยป้องกันโรคมะเร็งของเนื้อเยื่อระบบสืบพันธุ์ (สารไฟโตเอสโตรเจน)

๕. ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งมดลูก มะเร็งเต้านม มะเร็งช่องคลอด มะเร็งต่อมลูกหมาก

๖. ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคความดันโลหิตสูง

๗. กรดไขมันไม่อิ่มตัวในถั่วเหลืองสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้ และจากการศึกษาพบว่า ถั่วเหลืองมีฤทธิ์ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ถึง ๑๕-๒๐% โดยผลจากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลีที่ได้ทำการทดลองในคนไข้ที่มีระดับคอเลสเตอรอลมากกว่า ๓๐๐ เนื่องจากพันธุกรรม และจากการศึกษาพบว่า ผู้ที่รับประทานอาหารที่มีโปรตีนจากถั่วเหลือง ๒๕ กรัมต่อวัน เป็นระยะเวลา ๑๒ สัปดาห์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับไขมันเลว (LDL) ลดลงร้อยละ ๑๘ และมีระดับไขมันดี (HDL) ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ ๒๐

๘. ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา และสมาคมแพทย์โรคหัวใจในสหรัฐอเมริกา ให้คำแนะนำว่า ให้รับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองวันละ ๒๕ กรัม จะช่วยลดความเสี่ยงดังกล่าวได้ และช่วยป้องกันโรคหัวใจขาดเลือด (สารไฟโตเอสโตรเจน)

๙. เส้นใยอาหารจากถั่วเหลือง สามารถช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานได้ (แอนดริว พี โกลด์เบิร์ก) และผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยโตรอนโต ดร.เดวิด เจนคินส์ ยังกล่าวว่า ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีที่สุด ช่วยป้องกันการขาดแคลเซียม ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของกระดูก

๑๐. ช่วยลดความรุนแรงของโรคกระดูกพรุน ช่วยลดการสลายของกระดูก และป้องกันโรคกระดูกพรุน ช่วยบำบัดและรักษาผู้ป่วยอัมพฤกษ์อัมพาต เนื่องจากถั่วเหลืองมีสารไอโซฟลาโวน ที่ช่วยให้เลือดลมเดินสะดวก ซึ่งเป็นผลการศึกษาของนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยฮอว์กิงส์ ที่ทำการศึกษากับคนไข้ ๑๐๒ รายที่เป็นอัมพาตเพราะเส้นเลือดเลี้ยงสมองอุดตันมาก่อนและเป็นโรคหัวใจในเวลาต่อมา

๑.๖.๓.๒ คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง ต่อ ๑๐๐ กรัม

พลังงาน ๔๔๖ กิโลแคลอรี	คาร์โบไฮเดรต ๓๐.๑๖ กรัม
น้ำ ๘.๕๔ กรัม	น้ำตาล ๗.๓๓ กรัม
เส้นใย ๙.๓ กรัม	ไขมัน ๑๙.๙๔ กรัม
ไขมันอิ่มตัว ๒.๘๘๔ กรัม	ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ๔.๔๐๔ กรัม
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ๑๑.๒๕๕ กรัม	โปรตีน ๓๖.๔๙ กรัม
ทรีโตนีน ๐.๕๙๑ กรัม	ทรีโอนีน ๑.๗๖๖ กรัม
ไอโซลิวซีน ๑.๙๗๑ กรัม	ลิวซีน ๓.๓๐๙ กรัม
ไลซีน ๒.๗๐๖ กรัม	เมไทโอนีน ๐.๕๔๗ กรัม
ซิสทีน ๐.๖๕๕ กรัม	ฟีนอลอะลานีน ๒.๑๒๒ กรัม
ไทโรซีน ๑.๕๓๙ กรัม	วาเลอีน ๒.๐๒๙ กรัม
อาร์จินีน ๓.๑๕๓ กรัม	ฮิสตามีน ๑.๐๙๗ กรัม
อะลานีน ๑.๙๑๕ กรัม	กรดแอสพาร์ติก ๕.๑๑๒ กรัม
กลูตามิก ๗.๘๗๔ กรัม	ไกลซีน ๑.๘๘๐ กรัม
โพรลีน ๒.๓๗๙ กรัม	ซีรีน ๒.๓๕๗ กรัม
วิตามินเอ ๑	ไมโครกรัม ๐%
วิตามินบี ๑ ๐.๘๗๔ มิลลิกรัม ๗๖%	วิตามินบี ๒ ๐.๘๗ มิลลิกรัม ๗๓%
วิตามินบี ๓ ๑.๖๒๓ มิลลิกรัม ๑๑%	วิตามินบี ๕ ๐.๗๙๓ มิลลิกรัม ๑๖%
วิตามินบี ๖ ๐.๓๗๗ มิลลิกรัม ๒๙%	วิตามินบี ๙ ๓๗๕ ไมโครกรัม ๙๔%
โคลีน ๑๑๕.๙ มิลลิกรัม ๒๔%	วิตามินซี ๖.๐ มิลลิกรัม ๗%
วิตามินอี ๐.๘๕ มิลลิกรัม ๖% วิ	วิตามินเค ๔๗ ไมโครกรัม ๔๕%
ธาตุแคลเซียม ๒๗๗ มิลลิกรัม ๒๘%	ธาตุเหล็ก ๑๕.๗ มิลลิกรัม ๑๒๑%
ธาตุแมกนีเซียม ๒๘๐ มิลลิกรัม ๗๙%	ธาตุแมงกานีส ๒.๕๑๗ มิลลิกรัม ๑๒๐%
ธาตุฟอสฟอรัส ๗๐๔ มิลลิกรัม ๑๐๑%	ธาตุโพแทสเซียม ๑,๗๙๗ มิลลิกรัม ๓๘%
ธาตุโซเดียม ๒ มิลลิกรัม ๐%	ธาตุสังกะสี ๔.๘๙ มิลลิกรัม ๕๑%

% ร้อยละของปริมาณแนะนำที่ร่างกายต้องการในแต่ละวันสำหรับผู้ใหญ่
(ข้อมูลจาก : USDA Nutrient database)

๑.๖.๔ เต้าหู้

เต้าหู้ (Tofu) คือ วัตถุดิบอาหารที่เกิดจากการแปรรูปของถั่วเหลือง เหมาะสำหรับผู้รับประทานมังสวิรัต ทดแทนการละเว้นเนื้อสัตว์ นม ไข่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเทศกาลถือศีลกินเจ ราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดหรือร้านสะดวกซื้อ ปัจจุบันมีการนำมาดัดแปลงร่วมกับวัตถุดิบอื่น เช่น ซีส เนื่อปลา หรือเป็นขนมหวานอย่างเต้าฮวย หรือเครื่องดื่มอย่างน้ำเต้าหู้นมสด ทำให้สามารถบริโภคกันอย่างหลากหลายทุกเพศวัย

๑.๖.๔.๑ ประเภทของเต้าหู้

๑. แบบแข็ง ทำมาจากน้ำเต้าหู้ผสมกับแมกนีเซียมซัลเฟตจนตกตะกอน มีลักษณะสีขาว หากต้องการให้มีความยืดหยุ่นหรือแข็งกว่า จะใช้ไขมันเคลือบบริเวณผิว ทำให้มีลักษณะเป็นสีเหลืองนำไปใส่ในเมนูต่าง ๆ เช่น ผัดไทย หมี่กะทิ สามารถปรับวัตถุดิบให้มีความอ่อนนุ่มเพื่อนำไปทอด และประกอบในเมนูอย่างไข่พะโล้ เป็นต้น

๒. แบบอ่อน หรือน้ำนมถั่วเหลืองผสมกับแคลเซียมซัลเฟตจนตกตะกอน ผ่านกระบวนการต้มใส่ขมิ้น จึงมีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อนนุ่ม เมื่อนำไปทอดจะกรอบนอกนุ่มใน หากต้องการนำไปทำเต้าหู้ทรงเครื่อง จะใช้เวลาทำที่น้อยกว่า

๓. เต้าหู้หลอด ทำมาจากเต้าหู้ผสมกับไข่ไก่ บรรจุภัณฑ์เป็นหลอดแท่ง มักจะนำมาใส่ในแกงจืด

๔. เต้าหู้ญี่ปุ่น

๕. เต้าหู้นุ่ม ได้มาจากตะกอนที่ผ่านการคั้นน้ำนมถั่วเหลือง Aburaage ลักษณะแบบแผ่นที่นำไปทอด Atsuage เต้าหู้ทอดที่กรอบนอกนุ่มใน

๑.๖.๔.๒ โภชนาการของเต้าหู้

เต้าหู้ทุก ๑๐๐ กรัม จะมีสารอาหารที่แบ่งเป็นร้อยละได้ ดังนี้

โปรตีน ๗.๔

ไขมัน ๓.๑

น้ำตาล ๒.๗

พร้อมด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม ได้แก่

แคลเซียม ๒๗๗

ฟอสฟอรัส ๕๗

เหล็ก ๒.๑

นอกจากนี้ยังมีวิตามิน บี ๑ ๒ และ ๓ แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และซีลีเนียม รวมทั้งกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้

๑.๖.๔.๓ ประโยชน์ของเต้าหู้

๑. มีเลซิตินที่ช่วยในการลดไขมัน

๒. โปรตีนสูงกว่าเนื้อสัตว์บางชนิด

๓. น้ำตาลต่ำผู้ป่วยเบาหวานบริโภคได้

๔. ส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทและสมอง

๕. ย่อยง่ายเหมาะสำหรับผู้ที่มีปัญหาช่องปากและฟันรวมทั้งระบบย่อยอาหารผิดปกติ

๖. เป็นอาหารของผู้ป่วยโรคโลหิตจาง เพราะมีธาตุเหล็กเยอะ

๗. ร่างกายสามารถปรับการหลั่งฮอร์โมนให้สมดุลได้ เนื่องจากมีสารที่ช่วยเร่งเอนไซม์

๘. การทำงานของเม็ดเลือดขาวชนิด T-cell มีประสิทธิภาพมากขึ้น

๑.๖.๔ ขนมอบกรอบ

จัดเป็นอาหารว่างที่นิยมรับประทานระหว่างมื้ออาหาร หรือจัดให้รับประทานในงานเลี้ยงสังสรรค์ต่างๆ โดยส่วนใหญ่มักผลิตขึ้นมาจากวัตถุดิบหลากหลายชนิด แต่ที่ได้รับความนิยมได้แก่ มันฝรั่ง ข้าว ข้าวโพด ถั่ว หรือเนื้อสัตว์ นำมาปรุงรสและผ่านกรรมวิธีการอบหรือทอด เพื่อให้สุกและเกิดความกรอบ

ปัจจุบันขนมขบเคี้ยวที่มีวางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมักมีรูปทรงที่เหมือนๆ กันเพียงไม่กี่แบบ ตัวอย่างเช่นวงกลม สี่เหลี่ยม และสามเหลี่ยม โดยบรรจุอยู่ในถุงพอยด์อัดก๊าซไนโตรเจน เพื่อรักษาความกรอบของผลิตภัณฑ์ และอาศัยการออกแบบ บรรจุภัณฑ์ด้วยสีสรรฉูดฉาดสะดุดตา เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจจากผู้บริโภคให้เลือกซื้อ แต่ธรรมชาติของผู้บริโภคมักจะเบื่อของใหม่ๆ อยู่เสมอ เมื่อนานวันเข้าผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหล่านั้นก็จะเริ่ม ไม่เป็นที่นิยม และทำให้ความต้องการบริโภคนั้นน้อยลงไปเรื่อยๆ ดังนั้น ผู้ผลิตขนมขบเคี้ยวจึงพยายามหาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ต้องการของตลาดอยู่เสมอ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว สามารถทำได้หลากหลายวิธี ทั้งการเลือกใช้วัตถุดิบที่แตกต่างออกไปจากเดิม การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ แต่สิ่งหนึ่งซึ่งท้าทายความกล้าของนักพัฒนาผลิตภัณฑ์มากที่สุดก็คือ การเปลี่ยนแปลงรูปทรงของขนมขบเคี้ยวให้แตกต่างออกไปจากเดิม ซึ่งจะต้องใช้ความสามารถอย่างมากในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบ เพื่อสร้างการยอมรับในรูปทรงของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิมซึ่งเคยเป็นลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จักและจดจำได้

๑.๗ ผลผลิตและผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑.๗.๑ ผลผลิต-ผลที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรม

๑. ได้กระบวนการต้นแบบสำหรับแปรรูปสาหร่ายน้ำจืด (โก) จำนวน ๑ กระบวนการ
๒. ได้นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ จำนวน ๓ คน

๑.๗.๒ ผลลัพธ์-ผลที่เกิดจากการนำผลผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์

๑. ผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ สามารถนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงเรียนเพื่อจำหน่าย เพิ่มรายได้ให้กับโรงเรียนและนักเรียนได้
๒. สามารถช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสาหร่ายน้ำจืด (โก) ได้

๒. วิธีดำเนินการทดลอง

๒.๑ วัสดุ-อุปกรณ์

- ๒.๑.๑ สหรัยน้ำจืด (ไก)
- ๒.๑.๒ ถั่วเหลือง
- ๒.๑.๓ น้ำสะอาด
- ๒.๑.๔ เครื่องชั่ง
- ๒.๑.๕ ชาม
- ๒.๑.๖ ผ้าขาวบาง
- ๒.๑.๗ เครื่องปั่น
- ๒.๑.๘ เตาให้ความร้อน
- ๒.๑.๙ หม้อ
- ๒.๑.๑๐ กระชอนใหญ่
- ๒.๑.๑๑ แม่พิมพ์เต้าหู้
- ๒.๑.๑๒ ตะแกรง
- ๒.๑.๑๓ ตู้อบลมร้อน
- ๒.๑.๑๔ เครื่องแก้วพื้นฐาน

๒.๒ วิธีดำเนินการทดลอง

๒.๒.๑ การหาสูตรมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบระหว่างเต้าหู้อ่อนกับเต้าหู้แข็ง (ชุดควบคุม)

ขั้นเตรียม

- ๑. ถั่วเหลือง ๕๐๐ กรัม
- ๒. น้ำเปล่า ๒,๐๐๐ มิลลิลิตร
- ๓. น้ำมะนาว ๖๐ มิลลิลิตร
- ๔. น้ำผึ้ง ๒๐๐ มิลลิลิตร
- ๕. เกลือ ๑๐ กรัม

ขั้นตอนการทำ

- ๑. ล้างถั่วเหลืองให้สะอาด ขาวในน้ำประมาณ ๒-๓ รอบ คัดเม็ดถั่วเหลืองที่ฟ่อดำ หรือลอยน้ำทิ้ง
- ๒. นำถั่วเหลืองที่ล้างแล้วใส่กล่องหรืออ่างใบใหญ่ ใส่น้ำลงไปให้ท่วมโดยใช้อัตราส่วนถั่ว ๑ ส่วน ต่อ น้ำ ๒ ส่วน หรือสังเกตง่ายๆ ให้ระดับน้ำสูงประมาณ ๒ เท่าของถั่วก็เป็นอันใช้ได้ แช่ทิ้งไว้นาน ๖-๘ ชั่วโมง
- ๓. นำถั่วที่แช่ไว้มาล้างให้สะอาดอีกรอบ พักให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปปั่นรวมกับน้ำ (สำหรับปั่น ถั่ว) โดยแบ่งถั่วออกเป็น ๒ รอบ ค่อยๆ ทอยยปั่นทีละน้อย เติมน้ำไปเรื่อยๆ จนถั่วหมด กรองด้วยผ้าขาวบาง พยายามคั้นให้น้ำเต้าหู้ออกมาจนหมด
- ๔. เทน้ำเต้าหู้ใส่หม้อ ยกขึ้นตั้งบนไฟกลาง ใช้กระชอนตาถี่ช้อนฟองที่ลอยหน้าออก คนน้ำเต้าหู้ไปเรื่อยๆ จนสังเกตเห็นว่าเริ่มเดือด (อุณหภูมิ ๙๐-๑๐๐ องศา) จึงค่อยจับเวลา ๑๕ นาที ระหว่างนี้ให้คนเรื่อยๆ โดยใช้ไฟเท่าเดิม
- ๕. ครบเวลาให้ปิดไฟ จากนั้นคนให้อุณหภูมิลดลงมาที่ ๗๐ องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผสมน้ำเต้าหู้กับสารจับก้อน

๖. เมื่ออุณหภูมิลดมาที่ ๗๐ องศาเซลเซียสแล้ว เทส่วนผสมลงไป ได้แก่ น้ำผึ้ง เกลือ และน้ำมะนาว ตามลำดับ

๗. ซ้อนฟองอากาศด้านหน้าออก ปิดฝาทิ้งไว้ ๑๕ นาที จนเซตตัวเป็นก้อนคล้ายเนื้อเต้าหู้ยระหว่างรอ เตรียมพิมพ์เต้าหู้ให้พร้อม โดยใช้ผ้าขาวบางชุบน้ำบิดพอหมาดปูรองพิมพ์ ให้เหลือชายผ้าไว้สำหรับปิดหน้าเต้าหู้

๘. ตักเนื้อเต้าหู้ของเราใส่พิมพ์ เสร็จแล้วคลุมปิดหน้าด้วยผ้าขาวบางให้เรียบร้อย ใช้ของหนักๆ ทับไว้นาน ๑ ชั่วโมง

๙. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อที่ ๑ – ๘ แต่เปลี่ยนเวลาการทับเต้าหู้เป็นเวลา ๓ ชั่วโมง

๑๐. บันทึกผล

๒.๒.๒ ศึกษาปริมาณความชื้นของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) ที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก่อบกรอบ

สาหร่ายไก่อสด

๑. นำสาหร่ายไก่อสด มาล้าง ทำความสะอาด เอาเศษดิน และเศษหินออก

๒. ชั่งสาหร่ายไก่อสด ๒๐๐ กรัม

๓. นำไปทอดสอบ หาค่าความชื้น ค่าสารอาหารในสาหร่ายไก

๔. บันทึกผล

สาหร่ายไกแห้ง

๑. นำสาหร่ายไก่อสด มาล้าง ทำความสะอาด เอาเศษดิน และเศษหินออก

๒. ชั่งสาหร่ายไก่อสด ๒๐๐ กรัม

๓. นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส เวลา ๖ ชั่วโมง

๓. นำไปทอดสอบ หาค่าความชื้น ค่าสารอาหารในสาหร่ายไก

๔. บันทึกผล

๒.๒.๓ ศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) และน้ำถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก

ขั้นเตรียม

ตารางที่ ๓ แสดงอัตราส่วนระหว่างปริมาณของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) และน้ำถั่วเหลือง

สาหร่ายไก : น้ำถั่วเหลือง	สาหร่ายไก : น้ำถั่วเหลือง	สาหร่ายไก : น้ำถั่วเหลือง
๒ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร ส่วนผสมอื่นๆ น้ำมะนาว ๓๐ มิลลิลิตร น้ำผึ้ง ๑๐๐ มิลลิลิตร เกลือ ๕ กรัม	๔ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร ส่วนผสมอื่นๆ น้ำมะนาว ๓๐ มิลลิลิตร น้ำผึ้ง ๑๐๐ มิลลิลิตร เกลือ ๕ กรัม	๖ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร ส่วนผสมอื่นๆ น้ำมะนาว ๓๐ มิลลิลิตร น้ำอ้อย ๑๐๐ มิลลิลิตร เกลือ ๕ กรัม
เวลาในการทับ ๓ ชั่วโมง น้ำหนักในการทับ ๖ กิโลกรัม	เวลาในการทับ ๓ ชั่วโมง น้ำหนักในการทับ ๖ กิโลกรัม	เวลาในการทับ ๓ ชั่วโมง น้ำหนักในการทับ ๖ กิโลกรัม

ขั้นตอนการทำ

๑. นำน้ำแก้วเหลื่อที่คั่นไว้ ปริมาณ ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร เทน้ำเต้าหู้ใส่หม้อ ยกขึ้นตั้งบนไฟกลาง ใช้กระชอนตาถี่ช้อนฟองที่ลอยหน้าออก คนน้ำเต้าหู้ไปเรื่อยๆ จนสังเกตเห็นว่าเริ่มเดือด (อุณหภูมิ ๙๐-๑๐๐ องศา) จึงค่อยจับเวลา ๑๕ นาที ระหว่างนี้ให้คนเรื่อยๆ โดยใช้ไฟเท่าเดิม

๒. ครบเวลาให้ปิดไฟ จากนั้นคนให้อุณหภูมิลดลงมาที่ ๗๐ องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผสมน้ำเต้าหู้กับสารจับก้อน

๓. เมื่ออุณหภูมิลงมาถึง ๗๐ องศาเซลเซียสแล้ว เทส่วนผสมลงไป ได้แก่ น้ำอ้อย ๑๐๐ มิลลิลิตร สาหร่ายไค ๒ กรัม เกลือ ๕ กรัม และน้ำมะนาว ๓๐ มิลลิลิตร ตามลำดับ

๔. ช้อนฟองอากาศด้านหน้าออก ปิดฝาทิ้งไว้ ๑๕ นาที จนเซตตัวเป็นก้อนคล้ายเนื้อเต้าหู้ย ระหว่างรอ เตรียมพิมพ์เต้าหู้ให้พร้อม โดยใช้ผ้าขาวบางชุบน้ำบิดพอหมาดปูรองพิมพ์ ให้เหลือชายผ้าไว้สำหรับปิดหน้าเต้าหู้

๕. ตักเนื้อเต้าหู้ของเราใส่พิมพ์ เสร็จแล้วคลุมปิดหน้าด้วยผ้าขาวบางให้เรียบร้อย ใช้ช้อนหงักๆ ทับไว้นาน ๓ ชั่วโมง

๗. เมื่อครบ ๓ ชั่วโมง นำเต้าหู้ออก ชับด้วยกระดาษทิชชู เวลา ๓ ชั่วโมง จากนั้นเก็บไว้ในถุงซีลสุญญากาศ

๘. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อที่ ๑ - ๗ แต่เปลี่ยนอัตราส่วนของไค เป็น ๔ กรัม และ ๖ กรัม ตามลำดับ

๙. นำเต้าหู้สาหร่ายไคทั้ง ๓ อัตราส่วน ทดสอบ ดังนี้

๙.๑ การดูดซับน้ำของสาหร่ายไคในเต้าหู้ที่ได้ โดยเปรียบเทียบจากการชั่งน้ำหนักของเต้าหู้ที่ได้

๑๐. บันทึกผลการทดลอง

๒.๒.๔ ศึกษาปริมาณส่วนผสมสาหร่ายไคที่มีผลต่อการมองเห็นตัวของเต้าหู้สาหร่ายไคอบกรอบ

ขั้นเตรียม

๑. เต้าหู้สาหร่ายที่มีอัตราส่วนผสมของสาหร่ายไค ๒ กรัม ๔ กรัม และ ๖ กรัม

ขั้นตอนการทำ

๑. นำเต้าหู้สาหร่ายมาหั่นเป็นชิ้นให้มีขนาดเท่ากัน (ขนาดโดยประมาณ ๑ x ๑ x ๓ เซนติเมตร)

๒. อบในตู้อบโดยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ ๑๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ ชั่วโมง (ก่อนอบสามารถปรุงแต่งรสชาติหรือรูปแบบลักษณะของขนมเป็นชิ้นได้)

๓. บันทึกผลลักษณะทางกายภาพ (การมองเห็น/ความกรอบ)

๔. ทดสอบหาค่าความชื้นของเต้าหู้สาหร่ายไคอบกรอบ

๕. ทดสอบทางประสาทสัมผัส ๕ point

๒.๓ ผลการทดลอง

๒.๓.๑ ผลการทดลอง

๒.๓.๑.๑ ผลการศึกษาสูตรมาตรฐาน (ชุดควบคุม) ระหว่างเต้าหู้อ่อนกับเต้าหู้แข็ง

จากการศึกษาสูตรมาตรฐานเพื่อใช้เป็นชุดควบคุม โดยศึกษาวิธีการทำเต้าหู้แบบอ่อนและเต้าหู้แบบแข็ง ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ พบว่า

จากการทดลองทำเต้าหู้แบบอ่อน เนื้อเต้าหู้มีลักษณะนุ่ม ขึ้นรูปยาก ไม่สามารถหั่นเป็นชิ้น เพื่อนำมาทำเต้าหู้บกรอบได้ และจากการทดลองทำเต้าหู้แข็ง เนื้อเต้าหู้มีลักษณะแข็ง ขึ้นรูป และหั่นเป็นชิ้นตามต้องการได้ ดังตารางที่ ๔ แสดงผลการเปรียบเทียบสูตรมาตรฐานระหว่างเต้าหู้อ่อนกับเต้าหู้แข็ง

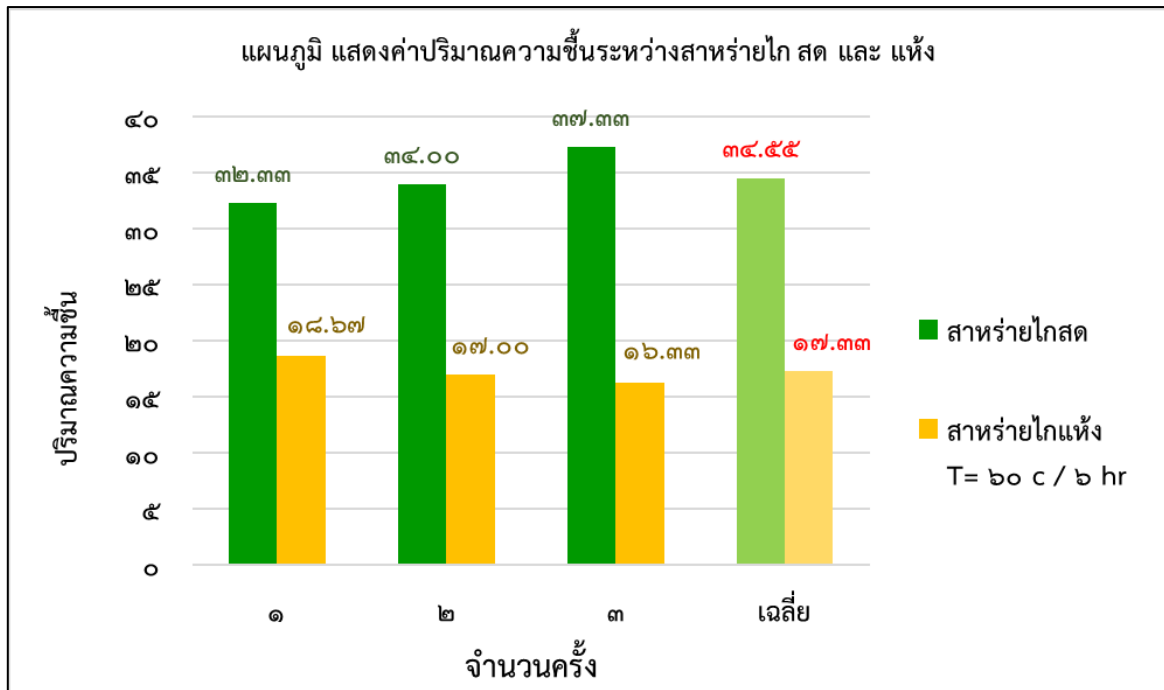
ตารางที่ ๔ แสดงผลการเปรียบเทียบสูตรมาตรฐานระหว่างเต้าหู้อ่อนกับเต้าหู้แข็ง

ประเภท	ผลการทดลอง	ภาพผลการทดลอง
เต้าหู้อ่อน	ขึ้นรูปได้ยาก ไม่สามารถหั่นเป็นชิ้น	
เต้าหู้แข็ง	ขึ้นรูปได้ สามารถหั่นเป็นชิ้นตามต้องการได้	

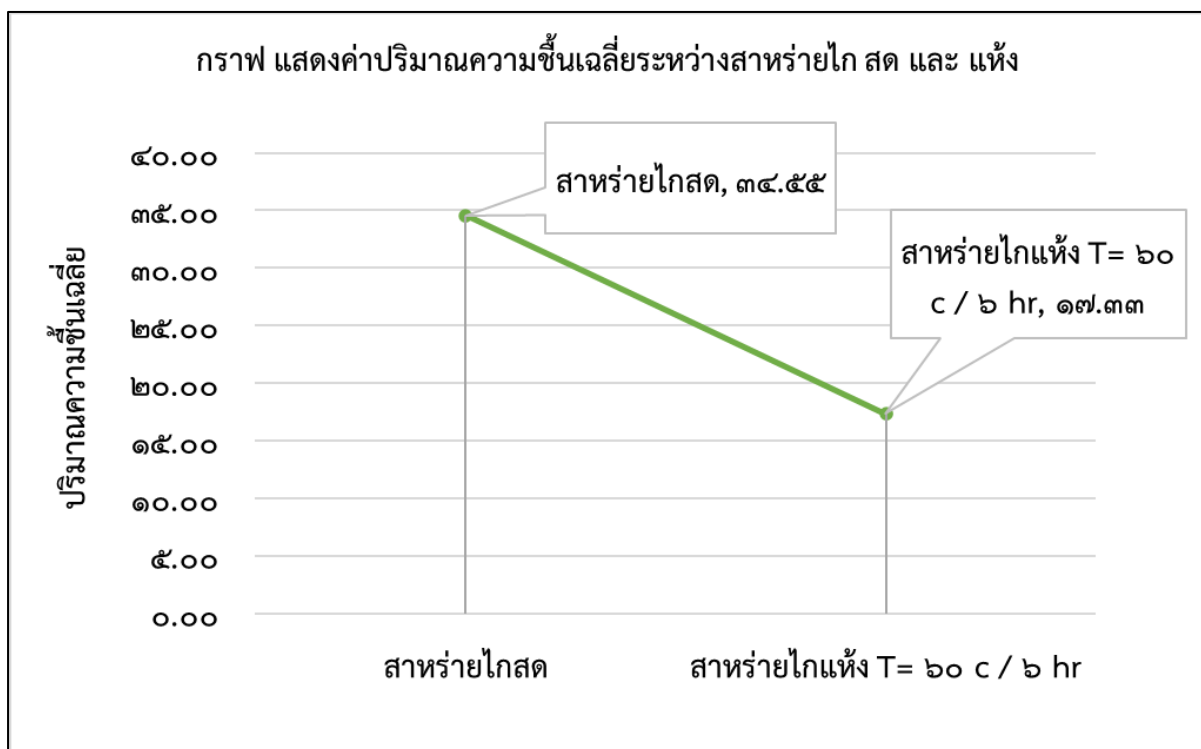
๒.๓.๑.๒ ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของสาหร่ายน้ำจืด (โก) ที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไอบกรอบ

ผลการทดสอบปริมาณความชื้นระหว่าง สาหร่ายโกสดกับสาหร่ายโกแห้ง

จากการศึกษาปริมาณความชื้นของสาหร่ายโกที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไอบกรอบ โดยทดสอบหาปริมาณความชื้นระหว่างสาหร่ายโกสดกับสาหร่ายโกแห้ง จำนวน ๓ ซ้ำ พบว่า สาหร่ายโกสด มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ ๓๕.๕๕ ซึ่งมากกว่าสาหร่ายโกแห้งที่มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ ๑๗.๓๓ ดังภาพที่ ๒ แผนภูมิแสดงค่าปริมาณความชื้นระหว่างสาหร่ายโก สด และ แห้ง และภาพที่ ๓ กราฟแสดงค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยระหว่างสาหร่ายโก สด และ แห้ง



ภาพที่ ๒ แผนภูมิแสดงค่าปริมาณความชื้นระหว่างสาหร่ายไก่อ สด และ แห้ง



ภาพที่ ๓ กราฟแสดงค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยระหว่างสาหร่ายไก่อ สด และ แห้ง

๒.๓.๑.๓ ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของสาหร่ายน้ำจืด (ไก) และน้ำถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไก

ผลการทดสอบการดูดซับน้ำของสาหร่ายไกในเต้าหู้

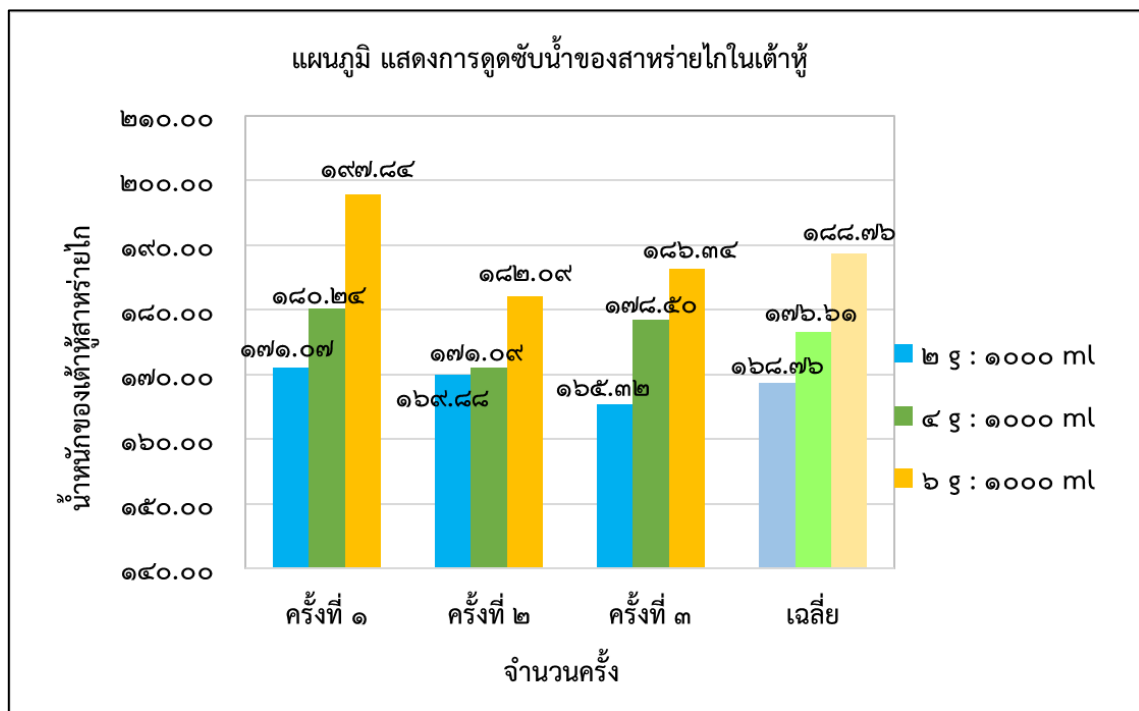
จากการศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของสาหร่ายไก และน้ำถั่วเหลือง ดังนี้ ๒ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร, ๔ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร และ ๖ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร จำนวน ๓ ซ้ำ ผลการวิเคราะห์การดูดซับน้ำของสาหร่ายไกในเต้าหู้ โดยการชั่งน้ำหนักของเต้าหู้สาหร่ายไก พบว่า

ที่อัตราส่วน ๒ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร ดูดซับน้ำน้อยที่สุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ ๑๖๗.๗๖ กรัม

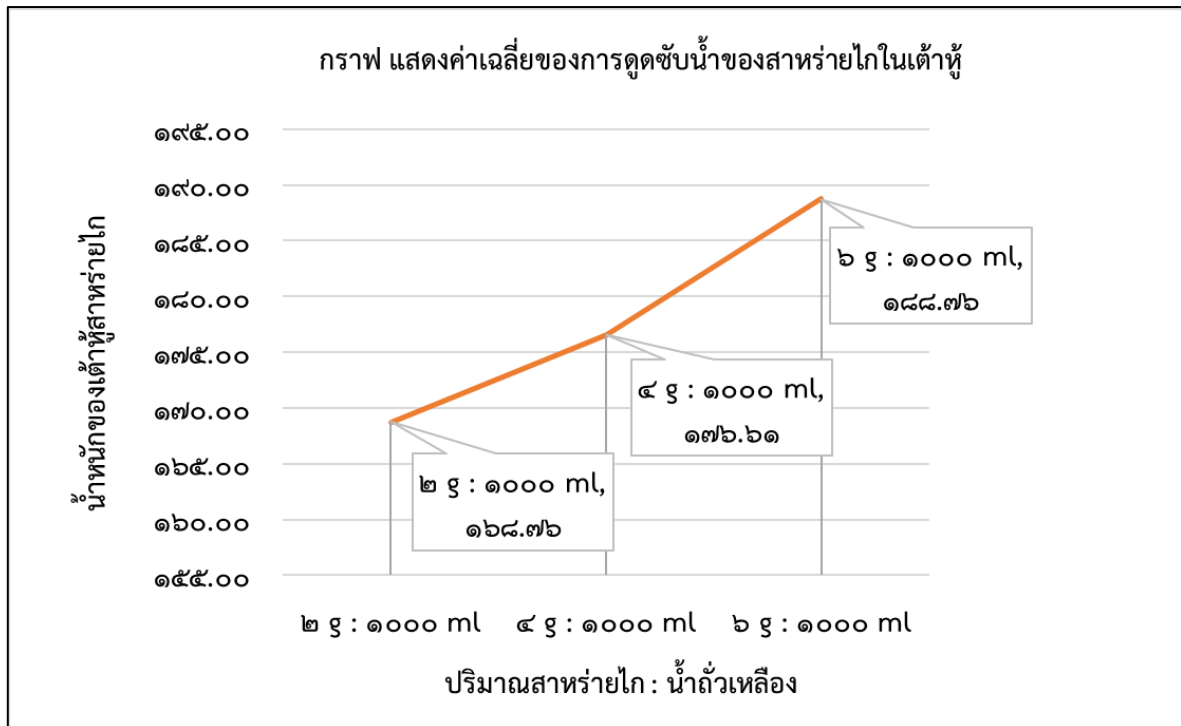
ที่อัตราส่วน ๔ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร ดูดซับน้ำปานกลาง โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ ๑๗๖.๖๑ กรัม

ที่อัตราส่วน ๖ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร ดูดซับน้ำมากที่สุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ ๑๘๘.๗๖ กรัม ดังภาพที่ ๔ แผนภูมิ แสดงการดูดซับน้ำของสาหร่ายไกในเต้าหู้

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า อัตราส่วนปริมาณของสาหร่ายไกมีผลต่อการดูดซับน้ำของเต้าหู้สาหร่ายไก ซึ่งอัตราส่วนปริมาณของสาหร่ายไกมาก การดูดซับน้ำก็จะมาก ดังภาพภาพที่ ๕ กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของการดูดซับน้ำของสาหร่ายไกในเต้าหู้



ภาพที่ ๔ แผนภูมิ แสดงการดูดซับน้ำของสาหร่ายไกในเต้าหู้



ภาพที่ ๕ กราฟ แสดงค่าเฉลี่ยของการดูดซับน้ำของสาหร่ายโกในเต้าหู้

๒.๓.๑.๔ ศึกษาปริมาณส่วนผสมสาหร่ายโกที่มีผลต่อการผองตัวของเต้าหู้สาหร่ายโกอบกรอบ ผลของลักษณะทางกายภาพ

จากการศึกษาปริมาณส่วนผสมสาหร่ายโกที่มีผลต่อการผองตัวของเต้าหู้สาหร่ายโกอบกรอบ
ดังนี้ ปริมาณสาหร่ายโกที่ ๒ กรัม, ๔ กรัม และ ๖ กรัม โดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้ผลดังตารางที่ ๖
แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของปริมาณสาหร่ายโก พบว่า ปริมาณสาหร่ายโกที่ ๒ กรัม เต้าหู้ผอง
ตัวได้มากที่สุด และมีลักษณะกรอบ ปริมาณสาหร่ายโกที่ ๔ กรัม เต้าหู้ผองตัวได้เล็กน้อย และปริมาณสาหร่าย
โกที่ ๖ กรัม เต้าหู้ไม่ผองตัว

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ปริมาณของสาหร่ายโกที่ใช้เป็นส่วนผสมในเต้าหู้มีผลต่อการผองตัว/
ความกรอบของเต้าหู้สาหร่ายโกอบกรอบ ซึ่งถ้าใช้ปริมาณของสาหร่ายโกมาก เต้าหู้ก็จะไม่ผอง/กรอบ ดังภาพที่ ๖
การเปรียบเทียบผลการทดลองปริมาณส่วนผสมสาหร่ายโกที่มีผลต่อการผองตัวของเต้าหู้สาหร่ายโกอบกรอบ



ภาพที่ ๖ การเปรียบเทียบผลการทดลองปริมาณส่วนผสมสาหร่ายโก
ที่มีผลต่อการผองตัวของเต้าหู้สาหร่ายโกอบกรอบ

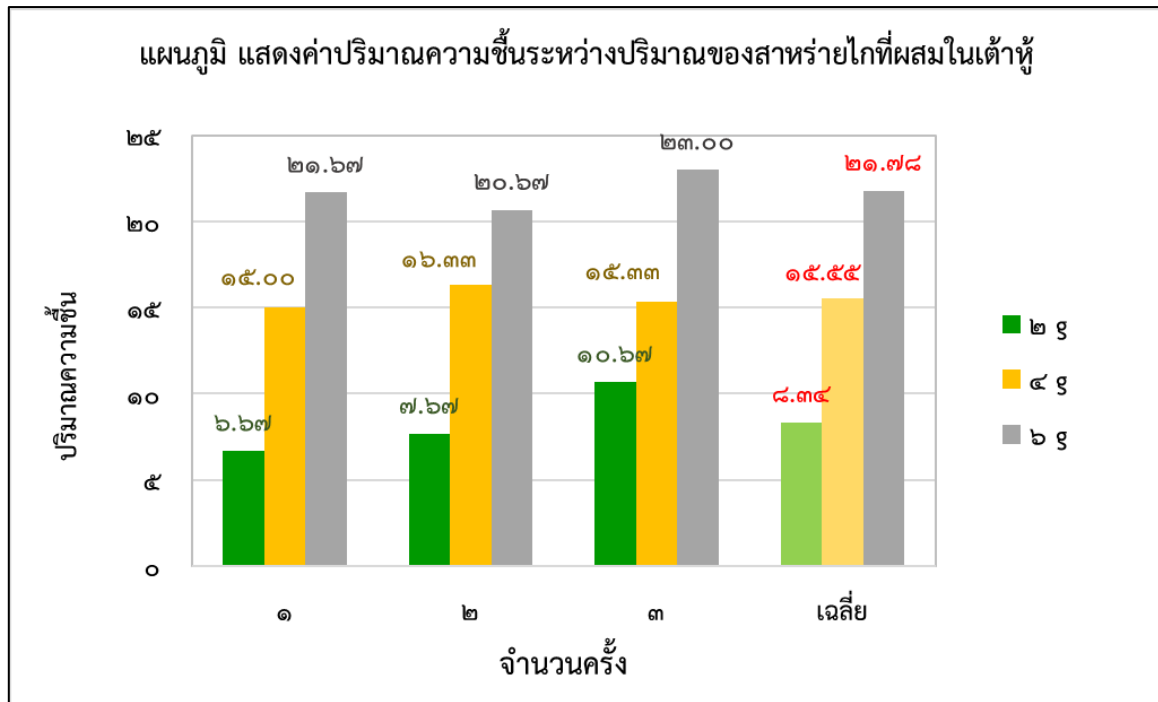
ตารางที่ ๕ แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของปริมาณสาหร่ายไก่อ

อัตราส่วนผสมของปริมาณสาหร่ายไก่อ	ผลการทดลอง	ภาพผลการทดลอง
สาหร่ายไก่อ ๒ กรัม	เต้าหู้สาหร่ายไก่อผงตัวมากกรอบ	
สาหร่ายไก่อ ๔ กรัม	เต้าหู้สาหร่ายไก่อผงตัวเล็กน้อยกรอบนอกนุ่มใน	
สาหร่ายไก่อ ๖ กรัม	เต้าหู้สาหร่ายไก่อไม่ผงตัวมีลักษณะนุ่ม	

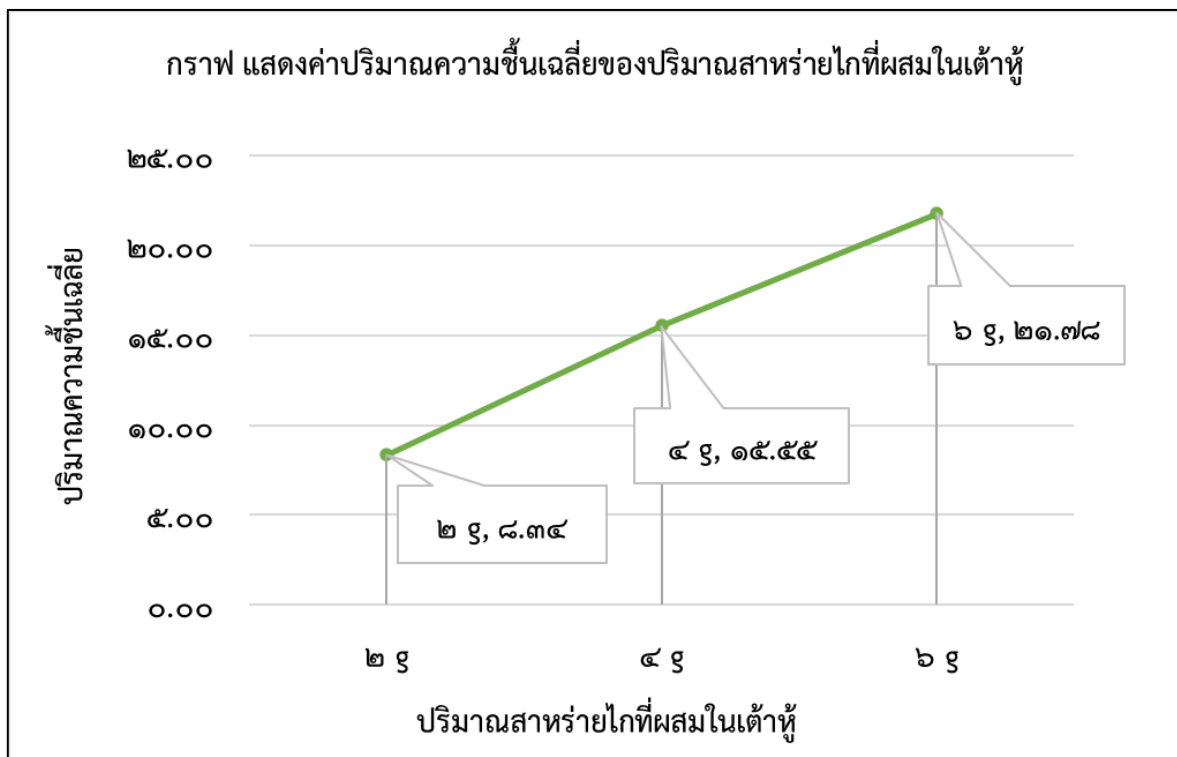
ผลการทดสอบปริมาณความชื้นของเต้าหู้สาหร่ายไก่อกรอบ

จากการศึกษาปริมาณส่วนผสมสาหร่ายไก่อที่มีผลต่อการผงตัวของเต้าหู้สาหร่ายไก่อกรอบ ดังนี้ ปริมาณสาหร่ายไก่อที่ ๒ กรัม, ๔ กรัม และ ๖ กรัม โดยผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น จำนวน ๓ ซ้ำ พบว่าที่ปริมาณสาหร่ายไก่อ ๒ กรัม มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ ร้อยละ ๘.๓๔ ที่ปริมาณสาหร่ายไก่อ ๔ กรัม มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ ร้อยละ ๑๕.๕๕ ที่ปริมาณสาหร่ายไก่อ ๖ กรัม มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ ร้อยละ ๒๑.๗๘ ดังภาพที่ ๗ แผนภูมิแสดงค่าปริมาณความชื้นระหว่างปริมาณของสาหร่ายไก่อที่ผสมในเต้าหู้

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ปริมาณของสาหร่ายไก่อที่ใช้เป็นส่วนผสมในเต้าหู้มีผลปริมาณความชื้น ถ้าปริมาณของสาหร่ายไก่อมาก ปริมาณความชื้นก็จะมากขึ้นเช่นกัน ดังภาพที่ ๘ กราฟแสดงค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยของปริมาณสาหร่ายไก่อที่ผสมในเต้าหู้



ภาพที่ ๗ แผนภูมิ แสดงค่าปริมาณความชื้นระหว่างปริมาณของสาหร่ายไก่อที่ผสมในเต้าหู้



ภาพที่ ๘ กราฟ แสดงค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยของปริมาณสาหร่ายไก่อที่ผสมในเต้าหู้

ผลการทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation) ๕ ระดับ

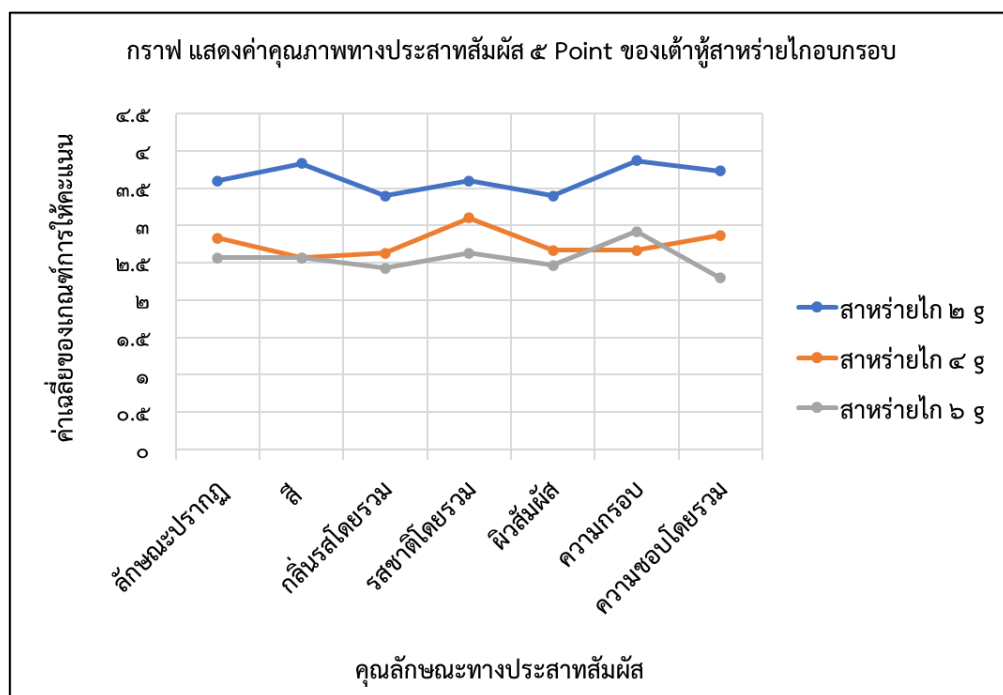
การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราด้าอบกรอบ จากอัตราส่วนระหว่างสาหร่ายไก่อ : น้ำถั่วเหลือง ทั้ง ๓ อัตราส่วน ได้แก่ ปริมาณสาหร่ายไก่อที่ ๒ กรัม, ๔ กรัม และ ๖ กรัม นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ๕ ระดับ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน ๓๐ คน ทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสโดยรวม รสชาติโดยรวม ผิวสัมผัส ความกรอบ และความชอบโดยรวม การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณสาหร่ายไก่อ ๒ กรัม มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสโดยรวม รสชาติโดยรวม ผิวสัมผัส ความกรอบ และความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๓.๖๐, ๓.๘๓, ๓.๔๐, ๓.๖๐ ๓.๔๐ ๓.๘๗ และ ๓.๗๓ ตามลำดับ ดังตารางที่ ตารางที่ ๖ ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้สาหร่ายไก่ออบกรอบ และภาพที่ ๙ กราฟ แสดงค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส ๕ ระดับ ของเต้าหู้สาหร่ายไก่ออบกรอบ

ตารางที่ ๖ ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้สาหร่ายไก่ออบกรอบ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	เต้าหู้สาหร่ายไก่ออบกรอบทั้ง ๓ อัตราส่วน ต่อน้ำเต้าหู้ ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร		
	สาหร่ายไก่อ ๒ กรัม	สาหร่ายไก่อ ๔ กรัม	สาหร่ายไก่อ ๖ กรัม
ลักษณะปรากฏ	๓.๖๐±๐.๖๒	๒.๘๓±๐.๙๕	๒.๕๗±๐.๙๐
สี	๓.๘๓±๐.๘๗	๒.๕๗±๐.๘๒	๒.๕๗±๐.๖๘
กลิ่นรสโดยรวม	๓.๔๐±๐.๕๖	๒.๖๓±๐.๗๖	๒.๔๓±๐.๗๗
รสชาติโดยรวม	๓.๖๐±๐.๗๒	๓.๑๐±๐.๗๑	๒.๖๓±๐.๕๖
ผิวสัมผัส	๓.๔๐±๐.๕๖	๒.๖๗±๐.๗๑	๒.๔๗±๐.๖๓
ความกรอบ	๓.๘๗±๐.๖๘	๒.๖๗±๐.๗๓	๒.๙๒±๐.๙๕
ความชอบโดยรวม	๓.๗๓±๐.๕๘	๒.๘๗±๐.๗๓	๒.๓๐±๐.๗๐

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ ๙ กราฟ แสดงค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส ๕ Point ของเต้าหู้สาหร่ายไก่ออบกรอบ

๒.๓.๒ สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

๒.๓.๒.๑ สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ ใช้กรรมวิธีการทำแบบเต้าหู้แข็ง ที่มีการผสมผสานเข้ากับสาหร่ายไค จากนั้นนำไปอบกรอบจนได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ โดยได้ทำการศึกษาปริมาณความชื้นของสาหร่ายไคสด และสาหร่ายไคแห้ง พบว่า สาหร่ายไคแห้งเหมาะสมสำหรับการนำมาทำเต้าหู้สาหร่ายไค เนื่องจากมีปริมาณความชื้นอยู่น้อยกว่าสาหร่ายไคสด คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ ๑๗.๓๓ เมื่อได้สาหร่ายไคที่เหมาะสมสำหรับการทำเต้าหู้ จากนั้นทำการศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของสาหร่ายไค และน้ำถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไค ได้แก่ ๒ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร, ๔ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร และ ๖ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร พบว่า ที่อัตราส่วน ๒ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร มีผลการดูดซับน้ำน้อยที่สุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ ๑๖๗.๗๖ กรัม ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทำเต้าหู้สาหร่ายไค เนื่องจากอัตราส่วนปริมาณของสาหร่ายไคมีผลต่อการดูดซับน้ำของเต้าหู้สาหร่ายไค ซึ่งอัตราส่วนปริมาณของสาหร่ายไคมาก การดูดซับน้ำก็จะมากตามด้วย จากนั้นทำการศึกษาปริมาณส่วนผสมสาหร่ายไคที่มีผลต่อการมองเห็นของเต้าหู้สาหร่ายไคอบกรอบ ได้แก่ ปริมาณสาหร่ายไค ๒ กรัม, ๔ กรัม และ ๖ กรัม พบว่า ปริมาณสาหร่ายไค ๒ กรัม มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ ร้อยละ ๘.๓๔ ซึ่งส่งผลทำให้เมื่อนำเต้าหู้ทอดที่อุณหภูมิที่ ๗๐ – ๘๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๑ นาที จากนั้นอบไล่ไขมันต่ออีก ๒ ชั่วโมง พบว่า เต้าหู้สาหร่ายไคมีลักษณะพองตัวได้ดี และมีความกรอบมากกว่าปริมาณส่วนผสมสาหร่ายไคที่ ๔ กรัม และ ๖ กรัม เมื่อนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ๕ ระดับ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน ๓๐ คน พบว่า ปริมาณสาหร่ายไค ๒ กรัม มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสโดยรวม รสชาติโดยรวม ผิวสัมผัส ความกรอบ และความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๓.๖๐, ๓.๘๓, ๓.๔๐, ๓.๖๐ ๓.๔๐ ๓.๘๗ และ ๓.๗๓ ตามลำดับ

ดังนั้นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ จึงเลือกใช้สูตรมาตรฐานแบบเต้าหู้แข็ง โดยผสมผสานสาหร่ายไคแห้งปริมาณ ๒ กรัม ต่อน้ำถั่วเหลือง ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร นำมาทอดและอบไล่ไขมันเป็นเวลา ๒ ชั่วโมง จากนั้นสามารถนำมาปรุงรสต่อตามที่ต้องการได้

๒.๔ คุณค่าของผลิตภัณฑ์

๒.๔.๑ ด้านวัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง คือ สาหร่ายไคจากแม่น้ำโขง และถั่วเหลือง ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ

๒.๔.๒ ด้านสารอาหาร

ผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าและประโยชน์เป็นอย่างมาก ซึ่งอุดมไปด้วยแหล่งโปรตีนจากถั่วเหลือง ซึ่งเป็นโปรตีนที่มากกว่าเนื้อสัตว์บางชนิดถึงสองเท่าในปริมาณที่เท่ากัน อีกทั้งยังมีสารเลซิทิน ซึ่งมีผลในการลดไขมัน ช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทที่เกี่ยวกับความทรงจำ ป้องกันเกล็ดเลือดแข็งตัว และฮอร์โมนจากพืช คือ ไฟโตเอสโตรเจน ที่มีการวิจัยพบว่า ช่วยป้องกันมะเร็งและดีต่อผู้หญิงวัยทอง ช่วยชะลอภาวะหมดประจำเดือน และลดความเสี่ยงมะเร็งเต้านม นอกจากนี้ยังเพิ่มเติมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ ที่ได้จากสาหร่ายไคจากแม่น้ำโขงอีกด้วย

ราคาจำหน่าย

ราคาของผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ

- ถุงละ ๓๙ บาท (น้ำหนัก ๘๐ กรัม)

กลุ่มเป้าหมาย

- กลุ่มทานมังสวิรัต
- กลุ่มคนทานคลีน

ช่องทางการตลาด/การจำหน่าย

- จำหน่ายในโรงเรียน ได้แก่ ร้านค้าสหกรณ์โรงเรียน
- จำหน่ายในร้านกาแฟโรงเรียน



ภาพที่ ๑๐ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ

๒.๕ แนวทางการขยายผล การต่อยอด แผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอนาคต

แนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ เพื่อที่จะทำการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ควรปรับปรุงคุณลักษณะด้านกลิ่นรสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น รวมถึง การศึกษาอายุการเก็บรักษาและปัจจัยที่ส่งผลต่อการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไปจนถึงการวางแผนทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เต้าหู้โกลมีราต้าอบกรอบ เพื่อพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

๒.๖ ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

๒.๖.๑ ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ

๑. การเก็บรักษาสาหร่ายโกลสด เพื่อให้คงสภาพเดิมที่อุดมไปด้วยสารอาหารต่างๆ

ส่วนที่ ๓ เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. (2545). ถั่วเหลือง (Soybean: Glycine max). เข้าถึงได้จาก
<http://www.natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510.../soybean.html>
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้. เข้าถึงได้จาก <https://fic.nfi.or.th/knowledge-detail.php?id=900>
- วันชัย สมชิต. (2527). ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ: บริษัทสยามออฟเซต จำกัด.
- ส่วนวิจัยเกษตรกรรม ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย. (2014). กรรมวิธีการผลิตนมถั่วเหลือง.
เข้าถึงได้จาก <http://www.thaikasetsart.com/การผลิตนมถั่วเหลือง/>
- สิทธิโชค ศรีโซ. พลังเขียวจาก “สาหร่ายน้ำจืด”. เข้าถึงได้จาก <https://www.greenery.org/g101-kai-freshwater-algae/>
- สถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน. ‘โก’ สาหร่ายน้ำจืด ภาพสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของน้ำโขง และก้าวเดินของกลุ่มรักษ์เชียงของ-สภาประชาชนลุ่มน้ำโขง. เข้าถึงได้จาก <https://web.codi.or.th/20220304-31901/>
- MedThai. (2017). ถั่วเหลือง สรรพคุณและประโยชน์ของถั่วเหลือง 58 ข้อ. เข้าถึงได้จาก
<https://medthai.com/ถั่วเหลือง/>
- TATIDA. (2012). ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง. เข้าถึงได้จาก <https://tatida.wordpress.com/ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง/>

ประวัติย่อของคณะผู้จัดทำโครงการ

	ชื่อ-สกุล นางสาววิไลพร มีชัยก่อสกุล (หัวหน้ากลุ่ม) วันเดือนปีเกิด ๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๐ ๑๗ ปี ที่อยู่ปัจจุบัน ๑๖๓ บ้านท่าข้าวเปลือก หมู่๗ ต.ท่าข้าวเปลือกอ.แม่จัน จ.เชียงราย ๕๗๑๑๐ โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ ๐๘๘๖๘๒๙๕๒๑ การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๑ สาขาวิชา/แผนการเรียน วิทย์-คณิต สถานศึกษา โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๖๒ จังหวัดเชียงราย
	ชื่อ-สกุล นางสาวรัชณี แซ่ฟ้า สมาชิกกลุ่ม วันเดือนปีเกิด ๑๔ มิถุนายน ๒๕๕๐ อายุ ๑๗ ปี ที่อยู่ปัจจุบัน ๑๓ แม่จัน ตำบล แม่จัน อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ๕๗๑๑๐ โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ ๐๖๑๒๖๑๙๗๑๙ การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๑ สาขาวิชา/แผนการเรียน วิทย์-คณิต สถานศึกษา โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๖๒ จังหวัดเชียงราย
	ชื่อ-สกุล นางสาวแสงส่วย วงศ์วรรณ วันเดือนปีเกิด ๑๐ มกราคม ๒๕๔๘ อายุ ๑๙ ปี ที่อยู่ปัจจุบัน ๑๓ หมู่ ๔ ต.แม่จัน อ.แม่จัน จ.เชียงราย ๕๗๑๑๐ โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ ๐๙๗๙๗๓๑๙๗๔ การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๑ สาขาวิชา/แผนการเรียน วิทย์-คณิต สถานศึกษา โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๖๒ จังหวัดเชียงราย

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาคผนวก ก ขั้นตอนการดำเนินงาน (ต่อ)



ภาคผนวก ก ขั้นตอนการดำเนินงาน (ต่อ)



ภาคผนวก ก ขั้นตอนการดำเนินงาน (ต่อ)



ภาคผนวก ก ขั้นตอนการดำเนินงาน (ต่อ)



ภาคผนวก ข วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล



ภาคผนวก ข วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม spss

Descriptives									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Appearance	1.00	30	3.6000	.62146	.11346	3.3679	3.8321	2.00	5.00
	2.00	30	2.8333	.94989	.17343	2.4786	3.1880	1.00	4.00
	3.00	30	2.5667	.89763	.16388	2.2315	2.9018	1.00	4.00
	Total	90	3.0000	.93616	.09868	2.8039	3.1961	1.00	5.00
color	1.00	30	3.8333	.87428	.15962	3.5069	4.1598	2.00	5.00
	2.00	30	2.5667	.81720	.14920	2.2615	2.8718	1.00	4.00
	3.00	30	2.5667	.67891	.12395	2.3132	2.8202	1.00	4.00
	Total	90	2.9889	.98864	.10421	2.7818	3.1960	1.00	5.00
flavor	1.00	30	3.4000	.56324	.10283	3.1897	3.6103	2.00	4.00
	2.00	30	2.6333	.76489	.13965	2.3477	2.9189	1.00	4.00
	3.00	30	2.4333	.77385	.14129	2.1444	2.7223	1.00	4.00
	Total	90	2.8222	.81527	.08594	2.6515	2.9930	1.00	4.00
taste	1.00	30	3.6000	.72397	.13218	3.3297	3.8703	2.00	5.00
	2.00	30	3.1000	.71197	.12999	2.8341	3.3659	2.00	4.00
	3.00	30	2.6333	.55605	.10152	2.4257	2.8410	1.00	3.00
	Total	90	3.1111	.77088	.08126	2.9497	3.2726	1.00	5.00
texture	1.00	30	3.4000	.56324	.10283	3.1897	3.6103	2.00	4.00
	2.00	30	2.6667	.71116	.12984	2.4011	2.9322	1.00	4.00
	3.00	30	2.4667	.62881	.11480	2.2319	2.7015	1.00	3.00
	Total	90	2.8444	.74820	.07887	2.6877	3.0012	1.00	4.00
crispness	1.00	30	3.8667	.68145	.12441	3.6122	4.1211	3.00	5.00
	2.00	30	2.6667	.54667	.09981	2.4625	2.8708	2.00	4.00
	3.00	30	2.2333	.72793	.13290	1.9615	2.5051	1.00	3.00
	Total	90	2.9222	.95079	.10022	2.7231	3.1214	1.00	5.00
Overallacceptance	1.00	30	3.7333	.58329	.10649	3.5155	3.9511	3.00	5.00
	2.00	30	2.8667	.73030	.13333	2.5940	3.1394	2.00	4.00
	3.00	30	2.3000	.70221	.12821	2.0378	2.5622	1.00	3.00
	Total	90	2.9667	.89254	.09408	2.7797	3.1536	1.00	5.00

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Appearance	Between Groups	17.267	2	8.633	12.367	<.001
	Within Groups	60.733	87	.698		
	Total	78.000	89			
color	Between Groups	32.089	2	16.044	25.426	<.001
	Within Groups	54.900	87	.631		
	Total	86.989	89			
flavor	Between Groups	15.622	2	7.811	15.610	<.001
	Within Groups	43.533	87	.500		
	Total	59.156	89			
taste	Between Groups	14.022	2	7.011	15.694	<.001
	Within Groups	38.867	87	.447		
	Total	52.889	89			
texture	Between Groups	14.489	2	7.244	17.838	<.001
	Within Groups	35.333	87	.406		
	Total	49.822	89			
crispness	Between Groups	42.956	2	21.478	49.828	<.001
	Within Groups	37.500	87	.431		
	Total	80.456	89			
Overallacceptance	Between Groups	31.267	2	15.633	34.317	<.001
	Within Groups	39.633	87	.456		
	Total	70.900	89			

ภาคผนวก ข วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม spss

Appearance

			Subset for alpha = 0.05	
	Id	N	1	2
Duncan ^a	3.00	30	2.5667	
	2.00	30	2.8333	
	1.00	30		3.6000
	Sig.		.220	1.000
Scheffe ^a	3.00	30	2.5667	
	2.00	30	2.8333	
	1.00	30		3.6000
	Sig.		.469	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

color

			Subset for alpha = 0.05	
	Id	N	1	2
Duncan ^a	2.00	30	2.5667	
	3.00	30	2.5667	
	1.00	30		3.8333
	Sig.		1.000	1.000
Scheffe ^a	2.00	30	2.5667	
	3.00	30	2.5667	
	1.00	30		3.8333
	Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

flavor

			Subset for alpha = 0.05	
	Id	N	1	2
Duncan ^a	3.00	30	2.4333	
	2.00	30	2.6333	
	1.00	30		3.4000
	Sig.		.277	1.000
Scheffe ^a	3.00	30	2.4333	
	2.00	30	2.6333	
	1.00	30		3.4000
	Sig.		.551	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ภาคผนวก ข วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม spss

		taste			
		Subset for alpha = 0.05			
	Id	N	1	2	3
Duncan ^a	3.00	30	2.6333		
	2.00	30		3.1000	
	1.00	30			3.6000
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Scheffe ^a	3.00	30	2.6333		
	2.00	30		3.1000	
	1.00	30			3.6000
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

		texture			
				Subset for alpha = 0.05	
	Id	N	1	2	
Duncan ^a	3.00	30	2.4667		
	2.00	30	2.6667		
	1.00	30		3.4000	
	Sig.		.227	1.000	
Scheffe ^a	3.00	30	2.4667		
	2.00	30	2.6667		
	1.00	30		3.4000	
	Sig.		.481	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

			crispness		
			Subset for alpha = 0.05		
	Id	N	1	2	3
Duncan ^a	3.00	30	2.2333		
	2.00	30		2.6667	
	1.00	30			3.8667
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Scheffe ^a	3.00	30	2.2333		
	2.00	30		2.6667	
	1.00	30			3.8667
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ภาคผนวก ข วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม spss

		Overall acceptance			
		Subset for alpha = 0.05			
	Id	N	1	2	3
Duncan ^a	3.00	30	2.3000		
	2.00	30		2.8667	
	1.00	30			3.7333
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Scheffe ^a	3.00	30	2.3000		
	2.00	30		2.8667	
	1.00	30			3.7333
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตัวอย่าง แบบทดสอบประสาทสัมผัส ๕ ระดับ

แบบทดสอบประสาทสัมผัส

หมายเลขผู้ทดสอบ.....

ใบรายงานผลการทดสอบความชอบและความพอใจ (Hedonic scaling)

ตัวอย่าง..กรรโนล่าบาร์ข้าวดอยจากน้ำเชื่อมสับปะรดนางแล... วันที่ทำการทดสอบ.....

คำแนะนำ : ผู้ทดสอบสังเกตและชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ กรรโนล่าบาร์ข้าวดอย และทำการประเมินความชอบและความพอใจโดยใส่หมายเลขคะแนนลงในช่องตารางที่ตรงกับความรู้สึกของคุณมากที่สุดตามลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังต่อไปนี้

๑ = ไม่ชอบมาก

๒ = ไม่ชอบปานกลาง

๓ = ชอบเล็กน้อย

๔ = ชอบปานกลาง

๕ = ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่นรสโดยรวม			
รสชาติโดยรวม			
ผิวสัมผัส			
ความกรอบ			
ความชอบโดยรวม			

ภาคผนวก ข วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ตารางคะแนนการทดสอบประสาทสัมผัส ๕ ระดับ

๑. อัตราส่วนผสม ๒ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร

รหัสผู้ทดสอบ	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรสโดยรวม	รสชาติโดยรวม	ผิวสัมผัส	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม	รวม	เฉลี่ย
๑	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒๔.๐๐	๓.๔๓
๒	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๓	๔.๐๐	๕.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๒๙.๐๐	๔.๑๔
๔	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๒๘.๐๐	๔.๐๐
๕	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๖	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๗	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๕.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๒๙.๐๐	๔.๑๔
๘	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๕.๐๐	๕.๐๐	๒๙.๐๐	๔.๑๔
๙	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๑๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๑๑	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒๖.๐๐	๓.๗๑
๑๒	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๗.๐๐	๓.๘๖
๑๓	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๕.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๑๔	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๒๖.๐๐	๓.๗๑
๑๕	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๘.๐๐	๔.๐๐
๑๖	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๒๗.๐๐	๓.๘๖
๑๗	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๑๘	๕.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๓๒.๐๐	๔.๕๗
๑๙	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๒๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๒๑	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๒๒	๔.๐๐	๕.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๔.๐๐	๓.๔๓
๒๓	๔.๐๐	๕.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๒๘.๐๐	๔.๐๐
๒๔	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๒๖.๐๐	๓.๗๑
๒๕	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๖.๐๐	๓.๗๑
๒๖	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒๓.๐๐	๓.๒๙
๒๗	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๒๘	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๒๗.๐๐	๓.๘๖
๒๙	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๔.๐๐	๓.๔๓
๓๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
รวม	๑๐๘	๑๑๕	๑๐๒	๑๐๘	๑๐๒	๑๑๖	๑๑๒		
เฉลี่ย	๓.๖๐	๓.๘๓	๓.๔๐	๓.๖๐	๓.๔๐	๓.๘๗	๓.๗๓		

ภาคผนวก ข วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ตารางคะแนนการทดสอบประสาทสัมผัส ๕ ระดับ

๒. อัตราส่วนผสม ๔ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร

รหัสผู้ทดสอบ	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรสโดยรวม	รสชาติโดยรวม	ผิวสัมผัส	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม	รวม	เฉลี่ย
๑	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๒.๐๐	๓.๑๔
๒	๓.๐๐	๔.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑๙.๐๐	๒.๗๑
๓	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๘.๐๐	๒.๕๗
๔	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑๙.๐๐	๒.๗๑
๕	๔.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๖	๓.๐๐	๑.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๔.๐๐	๒.๐๐	๑๗.๐๐	๒.๔๓
๗	๒.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒๐.๐๐	๒.๘๖
๘	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๙	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๑๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๓.๐๐	๓.๒๙
๑๑	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒๓.๐๐	๓.๒๙
๑๒	๓.๐๐	๒.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๕.๐๐	๒.๑๔
๑๓	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๙.๐๐	๒.๗๑
๑๔	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๕.๐๐	๒.๑๔
๑๕	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๑๖	๑.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๕.๐๐	๒.๑๔
๑๗	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๗.๐๐	๒.๔๓
๑๘	๑.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๑๙	๓.๐๐	๒.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๔.๐๐	๒.๐๐
๒๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๕.๐๐	๓.๕๗
๒๑	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒๔.๐๐	๓.๔๓
๒๒	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๒๓	๑.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๗.๐๐	๒.๔๓
๒๔	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑๙.๐๐	๒.๗๑
๒๕	๓.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑๗.๐๐	๒.๔๓
๒๖	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๗.๐๐	๒.๔๓
๒๗	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๔.๐๐	๓.๔๓
๒๘	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๔.๐๐	๒๓.๐๐	๓.๒๙
๒๙	๔.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒๐.๐๐	๒.๘๖
๓๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๙.๐๐	๒.๗๑
รวม	๘๕.๐๐	๗๗.๐๐	๗๙.๐๐	๙๓.๐๐	๘๐.๐๐	๘๐.๐๐	๘๖.๐๐		
เฉลี่ย	๒.๘๓	๒.๕๗	๒.๖๓	๓.๑๐	๒.๖๗	๒.๖๗	๒.๘๓		

ภาคผนวก ข วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ตารางคะแนนการทดสอบประสาทสัมผัส ๕ ระดับ

๓. อัตราส่วนผสม ๖ กรัม : ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร

รหัสผู้ทดสอบ	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรสโดยรวม	รสชาติโดยรวม	ผิวสัมผัส	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม	รวม	เฉลี่ย
๑	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑.๐๐	๑.๐๐	๑๕.๐๐	๒.๑๔
๒	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๘.๐๐	๒.๕๗
๓	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๑๘.๐๐	๒.๕๗
๔	๒.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๕.๐๐	๒.๑๔
๕	๑.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๖	๒.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๑.๐๐	๑๔.๐๐	๒.๐๐
๗	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๘.๐๐	๒.๕๗
๘	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๐.๐๐	๒.๘๖
๙	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๑๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๙.๐๐	๒.๗๑
๑๑	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๑๒	๑.๐๐	๑.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๔.๐๐	๒.๐๐
๑๓	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑๘.๐๐	๒.๕๗
๑๔	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๐.๐๐	๒.๘๖
๑๕	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๒.๐๐	๓.๑๔
๑๖	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๗.๐๐	๒.๔๓
๑๗	๓.๐๐	๑.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๑๘	๔.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๑๙	๒.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๒๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑๙.๐๐	๒.๗๑
๒๑	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๒๒	๑.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๑๔.๐๐	๒.๐๐
๒๓	๔.๐๐	๓.๐๐	๔.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๒๔	๑.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๓.๐๐	๑.๘๖
๒๕	๔.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒๑.๐๐	๓.๐๐
๒๖	๓.๐๐	๒.๐๐	๑.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๑.๐๐	๑๓.๐๐	๑.๘๖
๒๗	๓.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๑๘.๐๐	๒.๕๗
๒๘	๓.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑.๐๐	๑๖.๐๐	๒.๒๙
๒๙	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๑๗.๐๐	๒.๔๓
๓๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๒.๐๐	๒.๐๐	๓.๐๐	๓.๐๐	๑๙.๐๐	๒.๗๑
รวม	๗๗.๐๐	๗๗.๐๐	๗๓.๐๐	๗๙.๐๐	๗๔.๐๐	๖๗.๐๐	๖๙.๐๐		
เฉลี่ย	๒.๕๗	๒.๕๗	๒.๔๓	๒.๖๓	๒.๔๗	๒.๒๓	๒.๓๐		

